

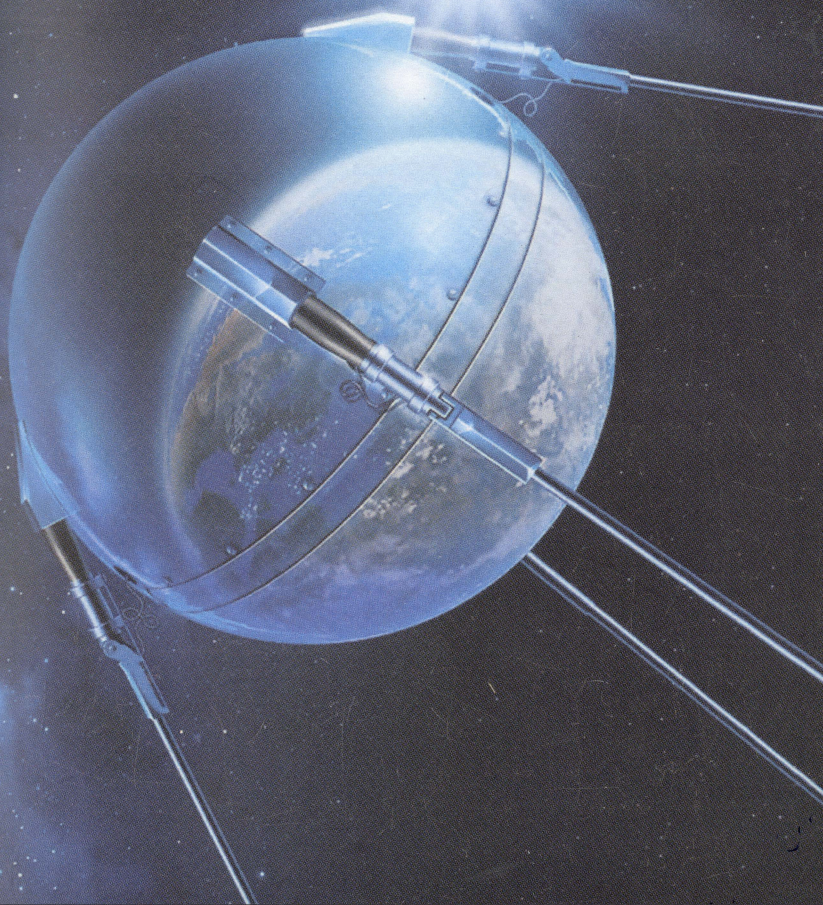
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

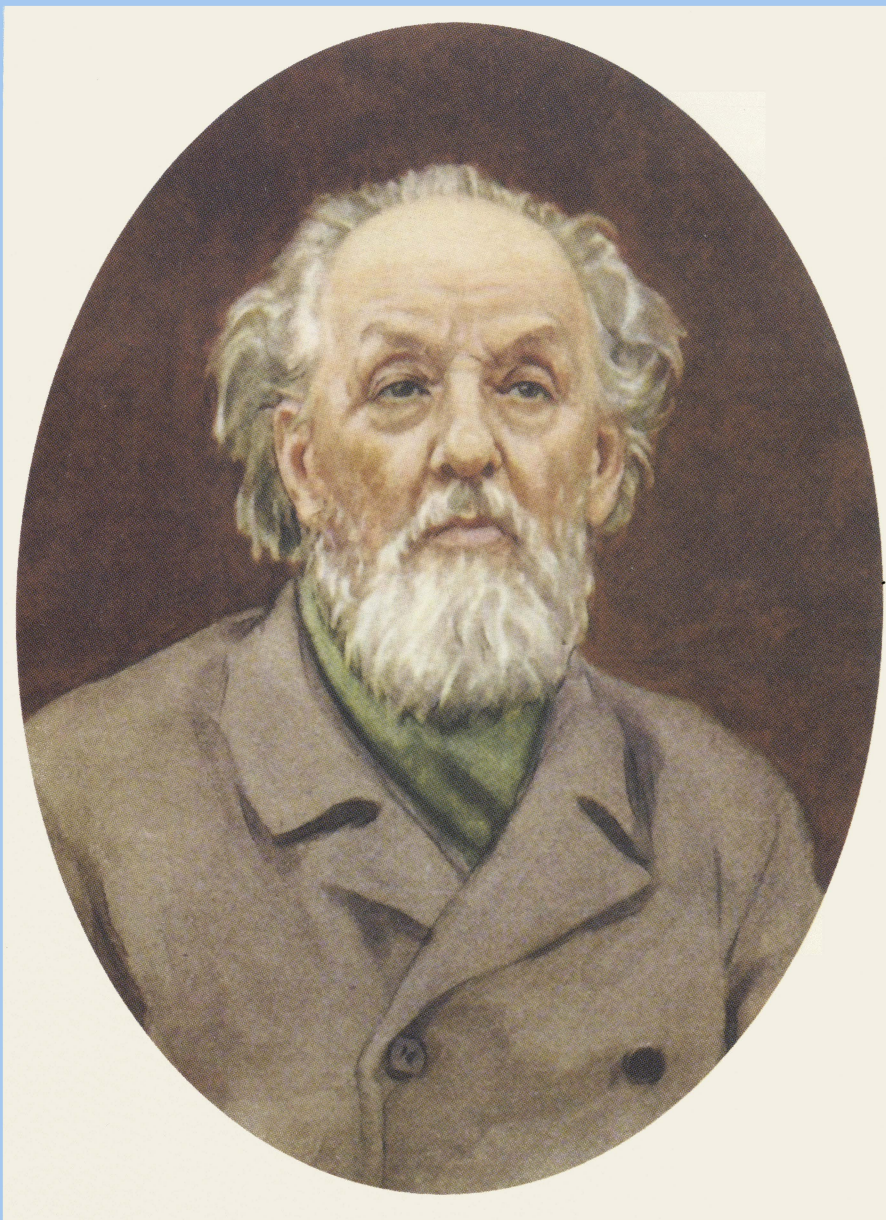
КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

СЕНТЯБРЬ–ОКТАБРЬ 5/2017

**К 60-ЛЕТИЮ НАЧАЛА
КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ**



**160 лет со дня рождения
основоположника теоретической
космонавтики
Константина Эдуардовича
Циолковского**



Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
“Наука”
Москва

Земля и Вселенная

5/2017



Новости науки и другая информация: Пролеты “Кассини” под кольцами Сатурна [40]; “Юнона”: исследование Юпитера [76]; “Опортьюнити” изучает Долину Неустойчивости [78]; “Кьюриосити”: исследования у подножия горы Шарпа [79]; Гигантский провал на Марсе [81]; Признаки мерзлоты на Луне [82]; Три пригодные для жизни планеты [83]; KTX: галактики NGC 4302 и NGC 4298 [83]

Новые книги: Календарь по астрономии [110]; Книга о “марсианине” [110]; Экология космической деятельности [111]

В номере:

- 3 КАЛЕРИ А.Ю. Роль инженеров-космонавтов в расширяющейся программе пилотируемых полетов
16 САЖИН М.В., САЖИНА О.С. Проект VST: небольшой телескоп для больших задач

КОСМОНАВТИКА XXI ВЕКА

- 28 СИНЯВСКИЙ В.В. Ядерные электроракетные двигатели для полета на Марс

СЛУЖБА СОЛНЦА

- 44 ИШКОВ В.Н. Солнце в апреле–мае 2017 г.

ЛЮДИ НАУКИ

- 47 ЕРЕМЕЕВА А.И. Джон Гершель (к 225-летию со дня рождения)
61 ГЕРАСЮТИН С.А. Юрий Васильевич Кондратюк (к 120-летию со дня рождения)

ПЛАНЕТАРИИ

- 84 МИХАЙЛОВА И.М. Ульяновскому планетарию — 15 лет

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 92 ПРАЦКО Е.Ю. Музей К.Э. Циолковского в селе Ижевском

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 102 ЩИВЬЕВ В.И. Небесный календарь: ноябрь–декабрь 2017 г.

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 108 РУБЛЁВА Ф.Б. Подарок любителям астрономии



© Российская академия наук, 2017
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2017
© ФГУП “Издательство “Наука”, 2017

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Profsoyuznaya str., 90, f.1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Science; popular, current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Cin; Deputy Editor V.M. Kotlyakov; Deputy Editor S.P. Perov

На стр. 1 обложки: Первый советский спутник на околоземной орбите. 4 октября 1957 г. Рисунок Д. фон Равенсвай (Германия).

На стр. 2 обложки: К.Э. Циолковский. Художник М.В. Лянглебен (ИЗОГИЗ).

На стр. 3 обложки: Вверху – АМС “Кассини” пролетает между кольцами Сатурна и вершинами облаков планеты. Рисунок NASA, ESA. Внизу – карта полушарий спутника Сатурна Энцелада с очерченными областями, в которых есть “тигровые полосы”. Синим цветом выделены низменности, красным – возвышенности, зеленым – равнины. 2017 г., NASA, JPL (к стр. 41).

На стр. 4 обложки: Спиральные галактики NGC 4302 и NGC 4298, находящиеся на расстоянии 55 млн св. лет от нас в созвездии Волосы Вероники. В рукавах галактик хорошо заметны пятнистые клубы пыли (показаны коричневым цветом) и раскаленный звездный газ – здесь идет активное звездообразование (обозначен белым и голубым). Изображение составлено из четырех снимков, полученных 2–22 января 2017 г. Космическим телескопом им. Хаббла. Фото NASA, ESA, STScI (к стр. 83).

In this issue:

3 KALERI A.Yu. Role of Engineers-Cosmonauts in the expanding Manned Spaceflight Program

16 SAZHIN M.V., SAZHINA O.S. VST-Project: Small Telescope for Big Tasks

COSMONAUTICS OF THE 21st CENTURY

28 SINYAVSKIY V.V. Nuclear Electric Rocket Engines for the Flight to Mars

SOLAR MONITORING SERVICE

44 ISHKOV V.N. The Sun in April – May 2017

PEOPLE OF SCIENCE

47 EREMEYEVA A.I. John Herschel (to the 225th Anniversary of Birth)

61 GERASYUTIN S.A. Yuri Vasilyevich Kondratyuk (to the 120th Anniversary of Birth)

PLANETARIA

84 MIKHAILOVA I.M. Ulyanovsk Planetarium turns – 15

ON THE EXHIBITIONS AND MUSEUMS

92 PRATSKO E.Yu. K.E. Tsiolkovsky’s Museum in Izhevskoe Village

AMATEUR ASTRONOMY

102 SHCHIV’YOV V.I. Celestial Calendar: November–December 2017

BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

108 RUBLEVA F.B. Gift to fans of astronomy

Редакционная коллегия:

и. о. главного редактора доктор физ.-мат. наук С.П. ПЕРОВ,
зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ,
летчик-космонавт П.В. ВИНОГРАДОВ,
кандидат филологических наук О.В. ЗАКУТНЯЯ,
академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ, доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,
летчик-космонавт А.Ю. КАЛЕРИ, кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,
доктор физ.-мат. наук А.А. ЛУТОВИНОВ, доктор физ.-мат. наук О.Ю. МАЛКОВ,
доктор физ.-мат. наук И.Г. МИТРОФАНОВ, академик И.И. МОХОВ,
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К.А. ПОСТНОВ,
доктор физ.-мат. наук М.В. РОДКИН,
научный директор Московского планетария Ф.Б. РУБЛЁВА,
член-корр. РАН А.Л. СОБИСЕВИЧ, член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,
академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО,
член-корр. РАН Б.М. ШУСТОВ

Роль инженеров-космонавтов в расширяющейся программе пилотируемых полетов

А.Ю. КАЛЕРИ

РКК “Энергия” им. С.П. Королёва

В статье говорится о существовавшей до недавнего времени системе организации деятельности космонавтов в нашей стране. В результате проектирования в отделе М.К. Тихонравова ОКБ-1 (ныне – РКК “Энергия” им. С.П. Королёва) марсианского пилотируемого комплекса в одно время с первыми полетами космонавтов на космических кораблях-спутниках “Восток” были сформулированы новые задачи для будущих космических миссий. Учитывая новизну



и сложность предстоящих работ, ОКБ-1 предложило привлекать для полетов в космос специалистов – ученых и инженеров-конструкторов,

участвующих в создании космических аппаратов на предприятиях промышленности. В статье представлена практическая реализация этого плана. Задачи, поставленные в настоящее время перед российской пилотируемой космонавтикой государственными и отраслевыми документами, дают основание считать, что идеи С.П. Королёва и М.К. Тихонравова по организации деятельности космонавтов могут быть использованы и в настоящее время.

НА ЗАРЕ ПИЛОТИРУЕМОЙ
КОСМОНАВТИКИ

В апреле 1957 г. С.П. Королёв создал в ОКБ-1 отдел № 9 по проектированию космических объектов, руководство которым поручил своему

давнему соратнику и единомышленнику, планеристу и гирдовцу, одному из пионеров ракетной техники – М.К. Тихонравову (Земля и Вселенная, 2000, № 4), добившись его перевода в ОКБ-1

из НИИ-4. Михаил Клавдиевич с группой энтузиастов проводил в НИИ-4 научные исследования для создания космических аппаратов, в том числе и пилотируемых. В ОКБ-1 работа перешла



Основоположник практической космонавтики академик Сергей Павлович Королёв.

в практическую пло-
скость. Результаты дея-
тельности тихонравов-
цев впечатляют: в 9-м
отделе были спроекти-
рованы практически все
космические аппараты
королёвского ОКБ-1, соз-
данные в первое косми-
ческое десятилетие. Мы
коснемся лишь пилотиру-
емой космонавтики.

С.П. Королёв и М.К. Ти-
хонравов были деятель-
ными сторонниками идеи
К.Э. Циолковского о меж-
планетных сообщени-
ях, они “выросли” в Груп-
пе изучения реактивного
движения с легендарным
призывом Ф.А. Цандера
“Вперед, на Марс!”, ак-
тивно работали над реа-
лизацией межпланетно-
го пилотируемого полета
на Марс (Земля и Все-
ленная, 1998, № 1; 2007,
№№ 1, 2; 2012, № 6).
В 1959–1960 гг. и поз-
же в 9-м отделе занима-
лись комплексом прин-
ципиальных проблем

осуществления межпла-
нетного полета человека
и необходимыми для это-
го средствами. Не слу-
чайно, что 10 декабря
1959 г. вышло Поста-
новление ЦК КПСС и Со-
вета министров СССР
№ 1388-618 “О развитии
исследований по косми-
ческому пространству”.
В числе основных на-
правлений предусматри-
вались осуществление
первых полетов челове-
ка в космическом про-
странстве и разработка
автоматических и оби-
таемых межпланетных
станций и станций на
других планетах. Поста-
новление Совета мини-
стров СССР № 715-296
от 23 июня 1960 г. кон-
кретизировало эти за-
дачи: в нем предписыва-
лось начать проектирова-
ние ракеты-носителя
сверхтяжелого класса
“Н-1” со стартовой мас-
сой 1000–2000 т и было
определено ее назна-
чение – для выведения
на околоземную орбиту
межпланетного корабля
массой 60–80 т. В при-
ложениях были утверж-
дены планы проектных
и экспериментальных ра-
бот по созданию: раке-
ты “Н-1”, автоматических
космических аппаратов,
тяжелых межпланет-
ных кораблей, электро-
реактивных двигателей,
ядерных двигателей для
ракеты “Н-1”.

Перед отделом М.К. Ти-
хонравова была постав-
лена трудная задача, и
его группа нашла верные

решения для того, что-
бы приступить к созда-
нию первоочередных си-
стем и конструкций для
отработки элементов бу-
дущего межпланетного
полета.

После орбитальных
полетов Ю.А. Гагарина
и Г.С. Титова на КК “Вос-
ток” и “Восток-2” в 1961 г.
стало понятно, что че-
ловек может не толь-
ко кратковременно на-
ходиться в космосе, но
и жить там, и продук-
тивно работать. Дорога
в космос для человека
была открыта.

Ведущееся параллель-
но с созданием кораб-
лей-спутников “Восток”
проектирование марси-
анского пилотируемо-
го ракетно-космического
комплекса показало, что
полет к Марсу и обрат-
но будет продолжаться
несколько лет. Началь-
ная масса пилотируемо-
го комплекса на орби-
те составит 400–500 т,



*Ближайший соратник С.П. Ко-
ролёва Михаил Клавдие-
вич Тихонравов.*



Межпланетный пилотируемый комплекс для полета на Марс. Проект ОКБ-1, 1964 г.

поэтому корабль для такого полета должен быть модульным и собираться на околоземной орбите из 75-тонных блоков, которые должны выводиться на орбиту с помощью ракеты "Н-1".

ЗАДАЧИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЛЕТОВ

Очевидными становились ближайшие задачи пилотируемых полетов. Требовалось многократное увеличение их

длительности — что сделать на маленьких кораблях не представлялось возможным, для этого нужны были орбитальные станции. Окончательно это стало понятно после 18-суточного полета А.Г. Николаева и В.И. Севастьянова на КК "Союз-9" в июне 1970 г.

Необходимо было решить задачу сближения и стыковки в космосе объектов для сборки модульных конструкций и доставки космонавтов на орбитальную станцию или на межпланетный корабль. Предстояло научиться работать в открытом космосе.

Кроме того, в дальнем межпланетном полете экипаж должен трудиться в условиях минимальной помощи наземных специалистов, за которыми останется только стратегический уровень управления. Требовалась тщательная отработка — не только на Земле, но и в условиях орбитального полета, оборудования, систем, конструкции модулей межпланетного комплекса и необходимых в межпланетном полете операций. В первую очередь, это касалось действий экипажа по обеспечению собственной безопасности и сохранности комплекса



Вывоз ракетно-космического комплекса "Н-1 – Л-3" на стартовую площадку космодрома Байконур. 1969 г.

при возникновении аварийных и штатных ситуаций. Межпланетный комплекс на околоземной орбите необходимо собрать, испытать и подготовить к перелету. Стало очевидно, что задачи экспедиций в дальний космос имеют совсем иной характер, чем

военные задачи, которые также необходимо было решать в предстоящих космических полетах. Известно, что в 1963–1969 гг. в США проводились исследования по созданию орбитальных станций военного назначения (например, станции MOL (Manned Orbiting

Laboratory) – пилотируемая орбитальная лаборатория), и наша страна не могла оставить без внимания подобный вызов – в 1972–1977 гг. была создана станция "Алмаз".

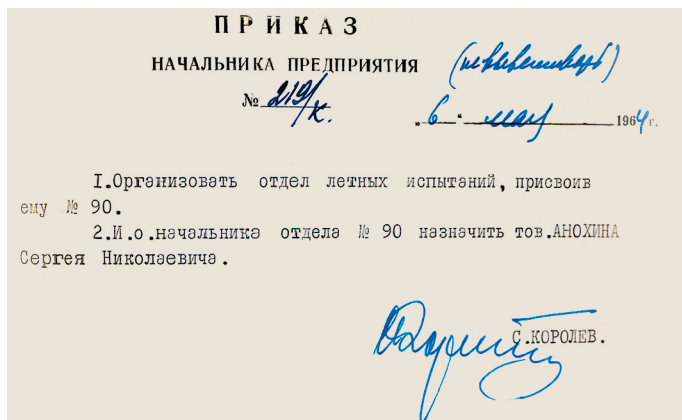
КАКИЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
НУЖНЫ В КОСМОСЕ?

В марте 1962 г. специалистами 9-го отдела была представлена "Докладная записка об отборе и подготовке специалистов-космонавтов (инженеров и ученых)", а также проекты "Положения о специалистах-космонавтах (инженерах и ученых)", "Инструкции по отбору кандидатов в группу по подготовке специалистов-космонавтов", "Программы специальной (медико-биологической) подготовки специалистов-космонавтов". В докладной записке обосновывалась необходимость выполнения намного более сложных и длительных полетов с участием специалистов-космонавтов, отобранных из инженеров и ученых, непосредственно "участвующих в проектировании, конструировании, отработке и испытаниях космических аппаратов и их оборудования". Такие специалисты в наибольшей степени способны принимать решения в неожиданных ситуациях, а также творчески использовать и при необходимости,

модернизировать бортовое оборудование в дальних полетах.

С.П. Королёв и М.К. Тихонравов пришли к выводу, что проще из грамотного инженера сделать космонавта, чем превращать летчика-космонавта в инженера. Принципиальным в данной записке было предложение готовить специалистов к полету без отрыва от основной работы, поскольку «лишь у себя в учреждении ученый и инженер может наилучшим образом подготовиться к космическому полету, кратковременно отрываясь на медико-биологические тренировки и научно-техническую подготовку».

Подготовку космонавтов предлагалось вести по двум направлениям: военнослужащих (летчиков и инженеров) готовить в Центре подготовки космонавтов (ЦПК) по сложившейся методике – «для полетов на военных космических аппаратах и для мирных полетов вокруг Земли, например, для участия в сборке станций и кораблей на орбите, а возможно, и для участия в дальних космических полетах в качестве командиров космических кораблей»; специалистов-космонавтов готовить без отрыва от основной работы через Сектор подготовки специалистов-космонавтов при ОКБ-1 из инженеров и ученых,



Приказ С.П. Королёва от 6 мая 1964 г. о создании в ОКБ-1 Отдела летных испытаний.

участвующих в создании и оборудовании космических аппаратов, – для комплектования экипажей космических кораблей и исследовательских спутников-станций.

Так, в начале 1962 г. впервые были сформулированы предложения по организации деятельности различных групп космонавтов в нашей стране для наилучшего решения сложных и разнообразных задач в планируемых космических программах. Эти документы предполагалось направить председателю Госкомитета Совета Министров СССР по оборонной технике Л.В. Смирнову, председателю межведомственного Научно-технического совета по космическим исследованиям при Президиуме Академии наук СССР академику М.В. Келдышу и председателю комиссии при

Президиуме Совета Министров СССР по военно-промышленным вопросам Д.Ф. Устинову. Однако они не были подписаны С.П. Королёвым ни в 1962 г., ни в 1964 г. и сохранились в архиве РКК «Энергия» по указанию М.К. Тихонравова.

Дальнейший ход событий показал, что этот план организации деятельности космонавтов был реализован. Так, в 1963 г. был создан Институт космической биологии и медицины (ныне – Институт медико-биологических проблем РАН, ИМБП), одной из основных задач которого было медико-биологическое обеспечение длительных и дальних космических полетов и разработка систем жизнеобеспечения для них. После полета В.В. Терешковой на КК «Восток-6» С.П. Королёв еще раз поставил вопрос о снижении медицинских требований



Заслуженный летчик-испытатель СССР № 1 Сергей Николаевич Анохин.

к космонавтам — для того, чтобы включать в экипажи будущих космических кораблей инженеров, ученых, врачей и других специалистов — и добился этого.

Приказом С.П. Королёва от 6 мая 1964 г. в ОКБ-1 был создан отдел летных испытаний № 90, начальником которого был назначен заслуженный летчик-испытатель СССР Герой Советского Союза С.Н. Анохин (1910–1986). В отделе осуществляли испытания летного оборудования и снаряжения экипажей, методическое обеспечение их полетной деятельности. Одной из задач отдела стали отбор и подготовка космонавтов-инженеров предприятия и прикомандированных ученых. 12–13 октября 1964 г. состоялся полет многоместного КК “Восход” с экипажем из трех человек. Благодаря настойчивости С.П. Королёва в экипаж были включены,

помимо командира корабля летчика В.М. Комарова, инженер и ученый — ведущий проектант ОКБ-1, разработчик кораблей “Восток” и “Восход” кандидат технических наук К.П. Феоктистов и врач ИМБП Б.Б. Егоров. Эти космонавты-специалисты больше не летали в космос, но, продолжая работу в своих организациях, внесли большой вклад в дело освоения космоса. В частности, на счету К.П. Феоктистова — создание кораблей “Союз” и орбитальных станций “Салют” и “Мир”.

С.П. Королёв с экипажем КК “Восход” на космодроме Байконур. Октябрь 1964 г.



В 1965 г. инженеры ОКБ-1 проходили медицинский отбор в ИМБП. Приказом Министерства общего машиностроения СССР № 121 от 15 марта 1966 г. и.о. главного конструктора ОКБ-1 В.П. Мишину предписывалось: *“...для решения сложных задач дальнейшей отработки новых конструкций космических кораблей, их систем и обеспечения широких и значительных по объему программ научных исследований при орбитальных полетах организовать в составе ОКБ-1 техническую подготовку космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей из числа ученых и инженерно-технических работников ОКБ-1 и других организаций Министерства, непосредственно участвующих в создании космических кораблей, без отрыва от основной производственной деятельности”*.

23 мая 1966 г. приказом № 47 главного конструктора академика В.П. Мишина была сформирована первая группа инженеров-космонавтов ЦКБЭМ (бывшего ОКБ-1) численностью 8 человек для участия в летных испытаниях орбитального и лунных кораблей.

В 1966 г. должны были начаться летные испыта-

П Р И К А З
ПО ПРЕДПРИЯТИЮ экз. № /
№ У/с
“ 23 ” м а я 1966 г.

Для выполнения специальных работ П Р И К А З Ы В А Ю:

I. Включить в состав группы подготовки космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей следующих работников предприятия:

1. АНОХИНА С.Н.
2. БУТРОВА В.Е.
3. ВОЛКОВА В.Н.
4. ГРЕЧКО Г.М.
5. ДОЛГОПОЛОВА Г.А.
6. ЕЛИСЕЕВА А.С.
7. КУБАСОВА В.Н.
8. МАКАРОВА О.Г.
9. ~~ТИМЧЕНКО В.А.~~

2. Указанных работников предприятия временно освободить от занимаемых должностей сроком с 25 мая по 1 декабря с/г.

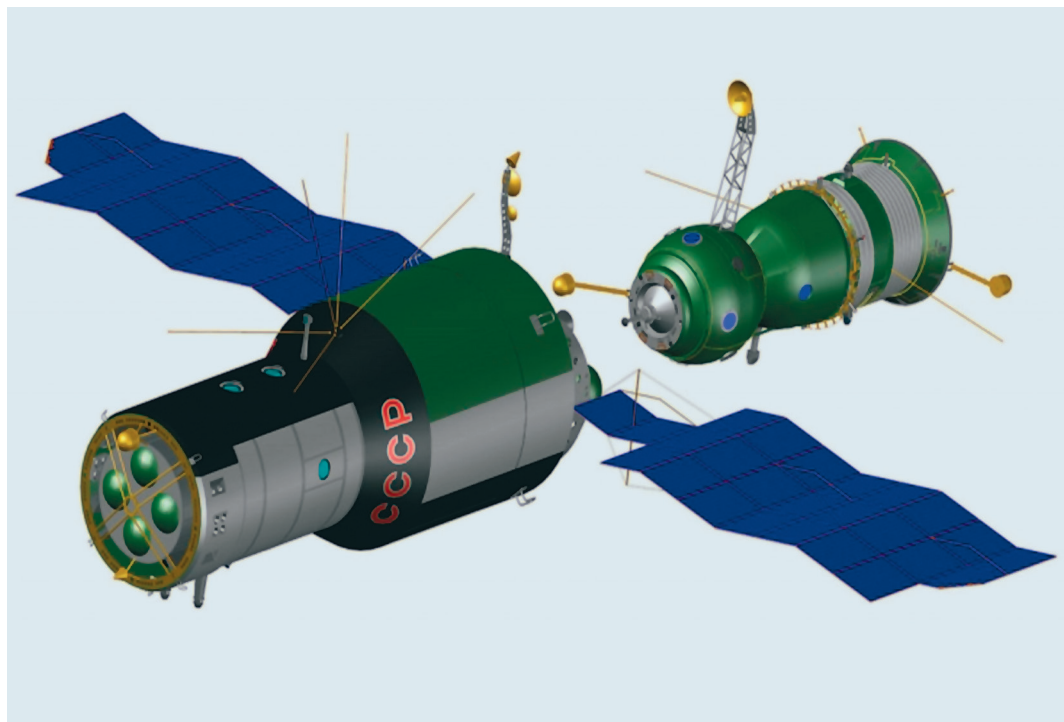
 (МИШИН)

Приказ о формировании первой группы космонавтов-испытателей ЦКБЭМ.

ния корабля “Союз”, готовился также облет Луны по программе “Л-1” (КК “Зонд”). Инженеры-космонавты, зачисленные в группу в 1966, 1967 и 1969 гг., участвовали в испытаниях оборудования и отработке полетных операций на различных макетах, экспериментальных установках и летных изделиях. Они прошли техническую и некоторые виды специальной под-

готовки в Центральном конструкторском бюро экспериментального машиностроения (ЦКБЭМ, ныне – РКК “Энергия” им. С.П. Королёва), на спортивных и авиационно-технических базах, а затем были назначены в экипажи и готовились к полетам на КК “Союз” и “Зонд” (программа “Л-1”) в ЦПК.

К 1971 г. летные испытания корабля “Союз” были в основном завершены, а пилотируемые



облеты Луны не были реализованы. По программе высадки на Луну «Л-3» сформировали группу космонавтов. Проводились теоретические занятия и выполнялись эксперименты по отработке конструкции лунного посадочного корабля и операций внекорабельной деятельности на поверхности Луны, в которых принимали участие космонавты-инженеры; но экипажи к полету на Луну практически не готовились.

В 1967 г. вышло «Положение о космонавтах-испытателях и космонавтах-исследователях Союза ССР», которое действовало вместе с «Положением о космонавтах» 1960 г., пока на смену им

не пришло «Положение о космонавтах СССР» 1981 г. В итоге была реализована концепция С.П. Королёва об организации деятельности космонавтов в нашей стране. «Положение» 1967 г. предписывало включать в группу космонавтов-испытателей (бортинженеров) «специалистов по конструкции космических кораблей, их систем и оборудования, непосредственно участвующих в создании и испытаниях космических кораблей», а в группу космонавтов-исследователей – «специалистов по системам регулирования, управления, физике, биологии, медицине и другим направлениям». Космонавты-испытатели

Стыковка КК «Союз-24» с орбитальной станцией военного назначения «Салют-5» в феврале 1977 г. Рисунок.

совершают испытательные и экспериментальные космические полеты, а космонавты-исследователи привлекаются для выполнения конкретных исследований. Ответственность за техническую подготовку космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей возлагалась на Министерство общего машиностроения, за летно-космическую – на Министерство обороны. Космонавты-испытатели и космонавты-исследователи должны

были готовиться к космическим полетам без отрыва от своей основной производственной деятельности, и только летно-космическую подготовку экипажа к конкретному космическому полету следовало проводить в ЦПК ВВС. Необходимо отметить, что космонавты, отобранные из инженеров ЦКБЭМ (в будущем – НПО “Энергия”), готовились к своему первому полету приблизительно в два раза быстрее, чем космонавты из специалистов других категорий.

УСЛОЖНЕНИЕ ПРОГРАММ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ

В 1971 г. началось новое направление в пилотируемой космонавтике – полеты долговременных орбитальных станций и орбитальных пилотируемых станций военного назначения комплекса “Алмаз”. Корабль “Союз” стал транспортным средством для этих станций. В составе “Алмаза” в ЦКБМ (ныне – НПО Машиностроения в Реутове) создавалось другое средство доставки экипажей и грузов – транспортный корабль снабжения. Там также была сформирована группа космонавтов-испытателей, принимавших активное участие в отработке и испытаниях систем станции “Алмаз” и ТКС, а также в испытаниях и управлении полетом

станций “Салют-3” (“Алмаз-2”, 1974–1975 гг.) и “Салют-5” (“Алмаз-3”, 1976–1977 гг.).

Полеты на орбитальных станциях продолжались, а разработка межпланетной пилотируемой тематики в НПО “Энергия” (бывшее ЦКБЭМ) практически прекратилась. Космонавты-испытатели “Энергии” включились в полеты на станциях “Салют”, которые постоянно усложнялись: неуклонно наращивалась их длительность, совершенствовались системы, более обширной и разнообразной становилась научная программа.

В “Положении о космонавтах” 1981 г., сменившем “Положения” 1960 и 1967 гг., был сохранен принцип организации деятельности космонавтов. Летно-испытательные подразделения, в которых работали (проходили службу) космонавты-испытатели и космонавты-исследователи, существовали в Министерствах общего машиностроения, обороны, авиационной промышленности, здравоохранения и в Академии наук СССР. В 1980-е гг. шла напряженная работа по созданию многообразной транспортной космической системы “Энергия–Буран”. Летчики-испытатели Летно-исследовательского института (ЛИИ им. М.М. Громова), назначенные на

должности космонавтов-испытателей, провели горизонтальные летные испытания и сыграли решающую роль в создании системы посадки орбитального корабля “Буран”. Работы в интересах создания этой системы выполнялись также на орбитальных станциях. Летчики-испытатели ЛИИ, командиры первых экипажей “Бурана” И.П. Волк и А.С. Левченко приняли участие в краткосрочных целевых экспедициях на орбитальных станциях “Салют-7” и “Мир”. В 1987 г. была создана группа космонавтов-испытателей для полетов на МТКК “Буран” из числа летчиков-испытателей ГКНИИ ВВС им. В.П. Чкалова: они отрабатывали систему посадки “Бурана” на самолетах-лабораториях и пилотажное оборудование и готовились к полетам, являясь кандидатами в последующие экипажи “Бурана”. В космос эти космонавты-испытатели не летали; в связи с закрытием программы они продолжали испытательную работу в институте. В 1996 г. группа была расформирована.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Уже на заключительной стадии функционирования орбитального комплекса “Мир” работа экспедиций в значи-



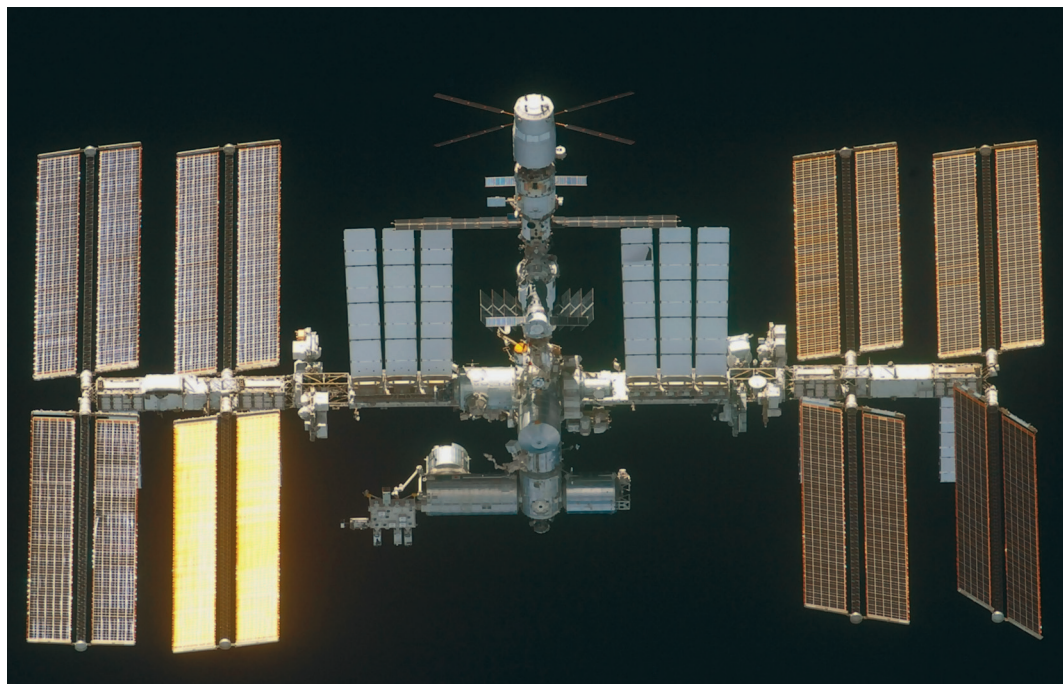
Российский орбитальный комплекс “Мир” в полной сборке. Июнь, 1998 г. Фото NASA.

тельной степени утратила новизну: задачи, решаемые экипажами на орбитальной станции, мало менялись от полета к полету; транспортные пилотируемые корабли и модули станции изменялись очень незначительно. Подготовка к полетам практически стала “конвейерной”. Особенно заметным это стало на Международной космической станции (МКС). Сложившуюся ситуацию очень точно охарактеризовал один из первых космонавтов ЦКБЭМ доктор технических наук А.С. Елисеев: “... я считал, что при главном или генеральном конструкторе у нас обязательно нужно иметь такую службу, в которой люди сами бы участвовали в принятии проектных решений,

проверяли бы эти решения в полетах и понимали бы, какого рода рекомендации можно давать. Но в жизни сложилось по-другому. Подготовка космонавтов ведется в отрыве от процесса создания техники, слетавших космонавтов стали включать в следующие экипажи, Центр подготовки превратился в школу, которую можно сравнить со школой летчиков ГВФ (Гражданский воздушный флот – А.К.). И практически никакого толку от того, что инженеры когда-то работали в головной организации, не стало. ... Мы упустили в свое время это важное звено, всю эту систему. Безусловно, большую роль сыграл и уход из жизни Королёва. Если бы он был жив, то, конечно, проводил бы

дальше свою линию. Но сейчас, когда идут регулярные полеты на технике, созданной много лет назад, возможно, сложившаяся практика подготовки является правильной”. Его оценка особенно ценна, если учесть, что он не только являлся участником испытательных полетов кораблей “Союз”, но был и руководителем полета орбитальных станций “Салют-4” и “Салют-6”, а также у него в подчинении были космонавты НПО “Энергия”.

МКС стала второй станцией модульной конструкции после орбитального комплекса “Мир”. Она состоит из двух орбитальных сегментов: российского и американского. На первом этапе экипаж МКС, включавший российских космонавтов и американских астронавтов, состоял из 3 человек. На этом этапе осуществлялось строительство станции, и к подготовке экипажей предъявлялись повышенные требования: была необходима углубленная подготовка по сегменту партнера, поскольку каждый член экипажа должен был работать на обоих сегментах. С 2009 г. начался второй этап – целевое



Международная космическая станция, 2011 г. Фото NASA.

использование станции. Экипаж увеличился до 6 человек (по числу мест в двух кораблях-спасателях "Союз", постоянно пристыкованных к МКС). Экипажи формируются из космонавтов и астронавтов агентств-партнеров. Работа для членов экипажа планируется преимущественно в пределах "своего" сегмента. Сообща экипажи трудятся, только выполняя немногочисленные совместные научные эксперименты. Так же они должны работать при возникновении аварийных ситуаций на борту,

связанных с разгерметизацией, пожаром или выбросом токсических веществ. В соответствии с изменившимися задачами упростилась и подготовка экипажей.

На российском сегменте планируется ввод в строй новых модулей, что, безусловно, усложнит как программу полета в этот период, так и подготовку экипажей к выполнению строительно-монтажных работ, экспериментов и исследований.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРБИТАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

В соответствии с "Основными положениями основ государственной политики Российской Федерации в области

космической деятельности на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу" осуществление пилотируемых полетов остается приоритетным видом деятельности российской космонавтики. Одной из целей государственной политики является "сохранение ведущих позиций Российской Федерации в осуществлении пилотируемых полетов". Перед российской пилотируемой космонавтикой поставлены следующие задачи:

- продолжение работ на МКС и создание заделов для будущих космических полетов;
- осуществление пилотируемых полетов в окололунное пространство и на Луну;



Российский перспективный многоразовый пилотируемый корабль “Федерация” (длина 6 м, диаметр 4,4 м, масса 12–16,5 т, экипаж 4–6 человек). Первый беспилотный запуск запланирован на 2022 г. Рисунок РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

- развертывание и эксплуатация на Луне постоянно действующей базы;
- расширение области и масштабов освоения ближнего космоса (в том числе высокой околоземной орбиты);
- обслуживание и ремонт на околоземных орбитах крупных космических аппаратов и межорбитальных буксиров;
- создание научно-технического задела для осуществления пилотируемого полета на Марс.

Деятельность космонавтов на околоземных орбитах будет все чаще осуществляться в условиях государственно-частного партнерства.

Сформулированные в документе задачи похожи на те, которые стояли перед нашей пилотируемой космонавтикой в 1960 – 1970-е гг. Несмотря на гораздо более высокий научно-технический и технологический уровень отрасли, в настоящее время сложность поставленных задач не уменьшилась. С учетом поставленных требований – сохранять лидирующие позиции российской пилотируемой космонавтики и ограниченности в располагаемых ресурсах, для успешного и эффективного решения столь сложных задач –

испытаний пилотируемого космического комплекса особенно важна активная роль экипажа. Космонавты должны стать непосредственными участниками создания изделий комплекса, отработки его систем, оборудования и режимов функционирования. Реализовать такое можно, только работая на предприятиях отрасли, где создаются эти изделия.

Переход от освоения околоземного пространства к его использованию, скорее всего, потребует привлечения к космическим полетам более узких специалистов по различным

направлениям деятельности, в том числе научных сотрудников. При этом специалисты и научные сотрудники для того, чтобы сохранять свою квалификацию, должны отрываться от своей основной работы только на время непосредственной подготовки к полету в составе экипажа и выполнения полета. После этого специалист должен возвращаться на место своей основной работы и использовать накопленный опыт при создании последующих изделий космической техники или для продолжения научных исследований.

Однако существующая в настоящее время практика регулирования численности отряда космонавтов Роскосмоса не позволяет осуществить такой подход. Продолжительность подготовки экипажа МКС к полету составляет в настоящее время 2–2,5 года. Это – долго, но таковы правила проекта МКС.

Численность отряда космонавтов поддерживается на уровне, обеспечивающем выполнение программы полета российского сегмента МКС, при условии совершення каждым космонавтом повторного полета через 3–4 года. Существующий небольшой избыток личного состава призван резервировать различные неожиданности и компенсировать “естественную” убыль численности отряда космонавтов вследствие прекращения ими летной карьеры по различным причинам. Как правило, каждый космонавт выполняет за свою карьеру 2–3 длительных полета; исключения бывают, но они редки. В большинстве случаев космонавт после завершения летной карьеры уходит из отрасли. Существующий порядок практически не оставляет космонавтам времени между полетами на работу на предприятиях отрасли или в научных институтах

по своей специальности. Такая организация деятельности космонавтов практически исключает их активное участие в процессе создания и испытаний изделий космической техники, оставляя для них роль “пользователей”.

Для решения поставленных перед нашей пилотируемой космонавтикой задач нужны как “пользователи”, выполняющие полеты с высокой частотой, так и специалисты, глубоко “погруженные” в суть решаемых проблем и нацеленные на продуктивное и осмысленное развитие космической техники.

Пришло время использовать лучший опыт 1970–1980-х гг. по организации деятельности космонавтов в нашей стране – для того, чтобы пилотируемая космонавтика России сохраняла свои лидирующие позиции.

Идеи С.П. Королёва и М.К. Тихонравова еще послужат пилотируемой космонавтике России!

Проект VST: небольшой телескоп для больших задач

М.В. САЖИН,
доктор физико-математических наук

О.С. САЖИНА,
доктор физико-математических наук
ГАИШ МГУ

Статья посвящена важному классу астрономических инструментов – современным оптическим телескопам: большим и малым, уже функционирующим и готовящимся к работе. Рассматриваются цели и задачи в их использовании, а также место среди других инструментов, с помощью которых исследуется космос. Подробно рассказывается о телескопе VST (VLT Survey Telescope – обзорный



телескоп) Европейской Южной Обсерватории (ESO), о непростой истории его



создания и о его разработчике – итальянском астрономе Массимо Капаччиоли.

ТОРЖЕСТВО ГИГАНТСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПОВ

Современная астрономия стала всеволновой. С помощью наземных и космических телескопов ведут наблюдения в широчайшем диапазоне электромагнитного спектра: от низкочастотных радиоволн до

жесткого гамма-излучения. Сравнительно недавно родилась нейтринная астрономия, а в прошлом году – гравитационно-волновая. Осваиваются недоступные ранее инструментальные средства, что делает возможным наблюдения, о которых наши предшественники

не могли и мечтать. Так, например, нейтринные телескопы дают возможность наблюдать процессы в центре Солнца, а гравитационно-волновая астрономия позволяет изучать слияние двух черных дыр и “видеть” происходящие на их горизонтах события.

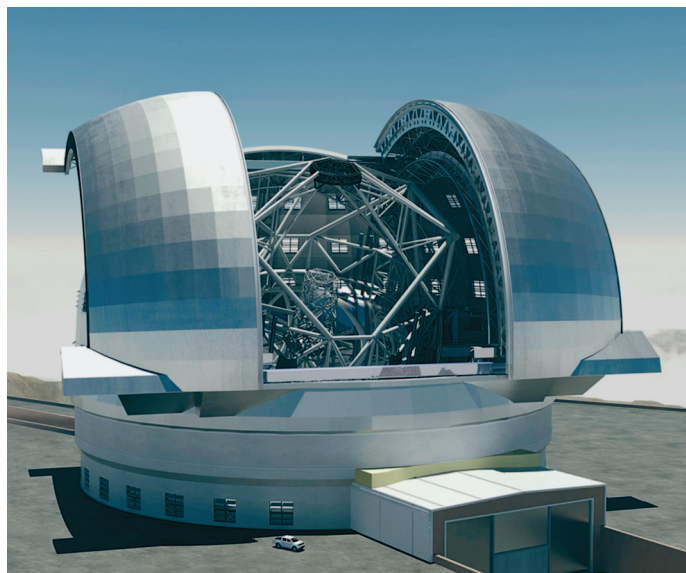
Тем не менее основным источником астрономической информации до сих пор являются оптические телескопы, они становятся все больших размеров и снабжаются все более чувствительными приемниками излучения (Земля и Вселенная, 2004, № 2). Так, уже функционируют четыре гигантских телескопа VLT (Very Large Telescope) в Европейской Южной Обсерватории, установленные на горе Серро Паранал высотой 2640 м в Чили. Система представляет собой четыре отдельных телескопа (Анту, Куйн, Мелипал

и Йепун – названные так в честь индейских богов), с главными зеркалами диаметром 8,2 м; и четыре вспомогательных телескопа с подвижными зеркалами диаметром 1,8 м. Световые пучки сводятся в единый фокус, и VLT работает как один гигантский “интерферометр” диаметром 16 м, что позволяет различать детали в 25 раз более мелкие, чем с его отдельных телескопов. Вклад VLT в современную наблюдательную астрономию огромен. Перечислим несколько важнейших открытий: первое полученное

изображение экзопланеты около коричневого карлика 2MASSWJ1207334-393254 массой 25 $M_{\text{Ю}}$ в созвездии Гидра в 230 св. лет от нас (2004), построенные траектории отдельных звезд, движущихся вокруг сверхмассивной черной дыры в центре Млечного Пути; наблюдения послесвечения самого далекого из всех известных гамма-всплесков; и, наконец, исследование кривых вращения далеких галактик (красное смещение $z = 0,8-2,4$), в которых, вопреки ожиданиям, практически отсутствует темная материя.



Четыре 8,2-м телескопа VLT Европейской Южной Обсерватории на горе Серро Паранал в Чили. Фото ESO.



Проект гигантского 39,3-м телескопа ELT, Европейская Южная Обсерватория. Рисунок ESO.

В наземной астрономии использование сверхбольших телескопов особенно важно, они позволяют проводить детальные исследования далеких объектов: планет звездных систем, первых объектов ранней Вселенной, сверхмассивных черных дыр, а также изучать распределение темной материи и темной энергии.

В 2005 г. под эгидой ESO была предложена революционная концепция использования “самого большого глаза в небо” – гигантского телескопа ELT (Extra Large Telescope) с зеркалом диаметром 39,3 м, состоящим из 798 шестиугольных сегментов диаметром 1,4 м каждый и собирающей площадью в 978 м². Программа ELT утверждена в 2012 г., “зеленый свет” для строительства телескопа дан

в конце 2014 г. “Первый свет” запланирован на 2024 г. Астрономы надеются провести исследования галактик с большим красным смещением, изучить эпоху образования звезд, экзопланет и протопланетных систем. Строительство ELT началось в 2017 г. неподалеку от обсерватории ESO Паранал, на горе Армасонес в Чили.

О МАЛЫХ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПАХ ЗАМОЛВИТЕ СЛОВО

На первый взгляд, время небольших телескопов уходит безвозвратно, однако это не так. Дело в том, что большие и сверхбольшие телескопы строятся для решения вполне определенных задач, они не могут охватить весь спектр современных проблем

астрономии. Важнейшая из последних – проведение больших обзоров неба. Это – основная задача астрономии в течение нескольких столетий и останется такой еще очень долго.

Почему она так важна? Дело в том, что площадь небесного свода составляет 40 тыс. квадратных градусов, охвачено наблюдениями (более или менее подробно) только несколько тысяч. Становится очевидной задача исследования новых участков неба в надежде обнаружить неизвестные объекты и явления. Так, за последние десятилетия были открыты квазары, пульсары (нейтронные звезды) и источники рентгеновского излучения, что бесспорно доказывает актуальность продолжения работ над астрономическими обзорами. Астрономические обзоры и находятся в ведении малых оптических телескопов.

ТЕЛЕСКОП
МАССИМО КАПАЧЧИОЛИ

Об одном инструменте, созданном для астрономических обзоров, мы хотим рассказать – это новый телескоп VST, предназначенный для

Купол здания телескопа VST в Европейской Южной Обсерватории, Чили. Фото ESO.

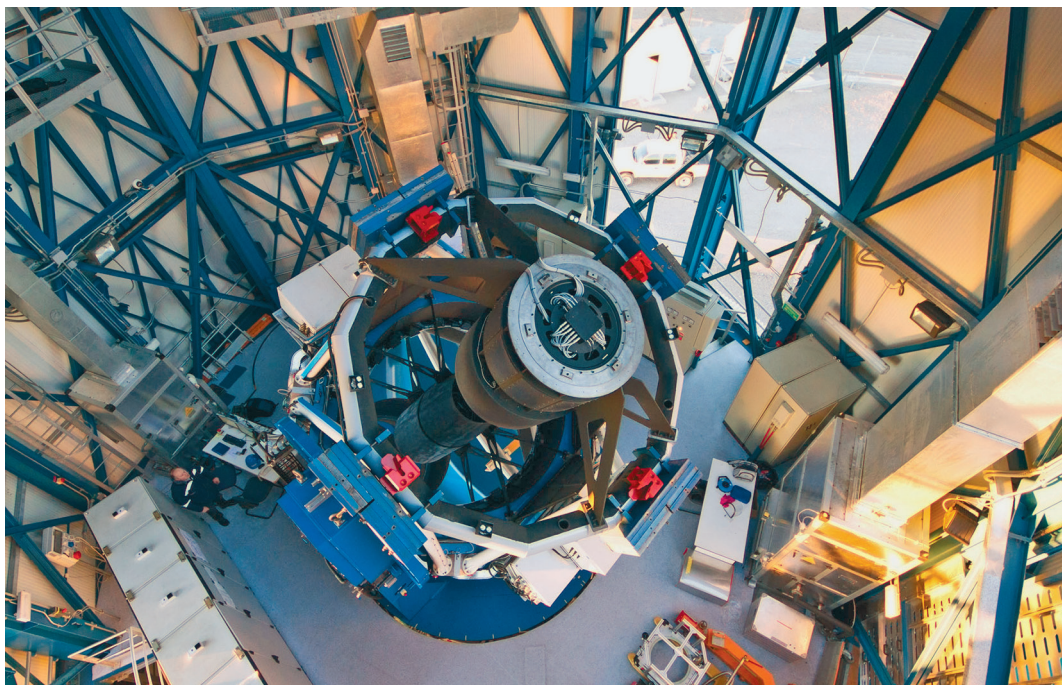
вспомогательных обзоров большого телескопа VLT, установленный в чилийских Андах. VST построен в тесной кооперации между ESO и Национальным институтом астрофизики Италии (INAF). Спроектировали и изготовили этот инструмент в Италии. Башню VST установили на горе Паранал, неподалеку от четверки телескопов VLT.

Несколько слов о разработчике проекта VST, одном из самых выдающихся итальянских астрономов нашего времени – Массимо Капаччиоли. Ученик знаменитого исследователя галактик Жерара Анри де Вокулёра (Франция–США), Массимо начал научную карьеру как обычный преподаватель астрономии в университете Падуи (Италия). Правда, нельзя не отметить, что он преподавал на той самой кафедре, где профессором был Галилео Галилей. Работа с Ж. де Вокулёром сформировала основные научные интересы М. Капаччиоли: изучение динамики и эволюции звездных систем, исследования в области наблюдательной космологии. К наиболее значимым результатам

этого блестящего ученого следует отнести определение свойств галактик и их эволюцию, а также оценку масштабов космических расстояний и измерение обилия темной материи. В 1991–2001 гг. М. Капаччиоли занимал пост президента Итальянского астрономического общества и три года (с 2000 по 2002 г.) был генеральным президентом Национального общества наук, литературы и искусств в Неаполе (Южно-итальянская академия наук). За большой вклад в развитие астрономии он был удо-

стоен множества наград, включая звание Командора республики (за научные заслуги) и почетного профессора МГУ им. М.В. Ломоносова (2010). М. Капаччиоли работал в региональных, национальных и международных органах – таких как Национальный исследовательский комитет (CNR), Итальянский центр аэрокосмических исследований (CIRA) и Совет директоров Национального института астрофизики. М. Капаччиоли воспитал не один десяток учеников в Италии и в других





странах, многие из них занимают в настоящее время лидирующие позиции в мировой астрономии. В течение многих лет, в 1993–2005 гг., он занимал пост директора Астрономической обсерватории Каподимонте в Неаполе, именно в те времена началось активное взаимодействие обсерватории с ESO, что привело к возникновению проекта VST.

УСТРОЙСТВО ТЕЛЕСКОПА VST

VST – это последний крупный инструмент из установленных в обсерватории Паранал ESO и самый большой телескоп класса обзорных, диаметром 2,6 м. Он оснащен огромной

268-мегапиксельной камерой OmegaCAM (преемницей успешной ПЗС-камеры WFI, камеры глубокого обзора), в настоящее время установленной на 2,2-м телескопе MPG (Max Planck Gesellschaft) в ESO на плато Ла Силья (Чили; работает с 1984 г.); телескоп принадлежит Институту астрономии им. Макса Планка (Германия), но находится в долгосрочной аренде у обсерватории. На телескопе установлены широкоугольная камера, детектор гамма- и близкого инфракрасного послесвечения гамма-вспышек GROND и спектрограф FEROS.

Телескоп-рефлектор VST системы Ричи–Кретьяна (как и VLT) охватывает

2,6-м телескоп VST. Фото Дж. Ломбарди, ESO.

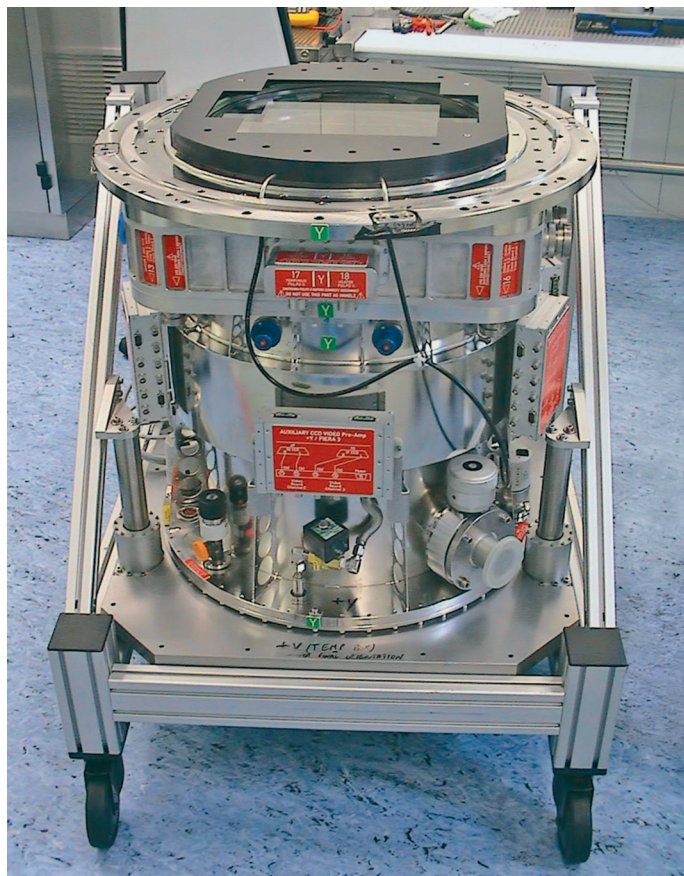
широкий диапазон волн – от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного (0,3–1,0 мкм); в то время, как крупные телескопы (такие, как VLT) могут изучать только небольшую часть неба (в зависимости от используемого инструмента). VST предназначен для быстрого и глубокого фотографирования больших площадей неба – $1^\circ \times 1^\circ$.

Соединенный с VLT телескоп VST представляет собой идеальный инструмент для астрономических обзоров: используя широкое поле обзора, с его помощью можно обнаружить

и предварительно дать описание источников излучения, которые в дальнейшем можно детально изучать уже на телескопе VLT.

Телескоп VST имеет два зеркала модифицированной системы Ричи–Кретьена: главное (M1) диаметром 2,61 м и вторичное (M2) диаметром 0,938 м; фокусное расстояние – почти 14,5 м. Главное зеркало имеет активную систему оптики из 108 малых электродвигателей, они осуществляют точную корректировку его формы для того, чтобы получить четкое изображение небесного объекта.

Телескоп оборудован единственным инструментом – ПЗС-камерой OmegaCAM объемом 16000×16000 пикселей, установленной в фокусе Кассегрена; она состоит из 32 отдельных ПЗС-матриц в виде мозаики. Ее общее поле зрения ($1^\circ \times 1^\circ$; это вдвое больше полной Луны) включает 256 млн пикселей (для сравнения: ПЗС-камера обзоров ACS Космического телескопа Хаббла содержит только 16 млн пикселей; камера OmegaCAM может создавать изображения в 16 раз больше!).



Ее разработчик – Джаккомо Беккари (ESO, Гархинг, Германия) утверждает, что сочетание OmegaCAM и 2,6-м телескопа делает VST лучшим инструментом обсерватории Паранал. ПЗС-камера была изготовлена международным консорциумом, куда входили Астрономический институт Каптейна (Нидерланды), Университет Мюнхена (Германия), итальянские астрономические обсерватории Падуй (Италия) и ESO. На OmegaCAM установлены 12 различных широкополосных фильтров,

что позволяет “охватывать” большие участки неба (содержащие десятки тысяч звезд и галактик), которые можно наблюдать в широких диапазонах длин волн: от 350 нм (в ультрафиолетовом) до 1000 нм (в инфракрасном).

ПЗС-камера OmegaCAM также имеет два узкополосных фильтра, “принимающих” излучение в области линии излучения H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$). (Напомним, что H_α – это красная спектральная линия, которая возникает в атоме водорода – самого распространенного



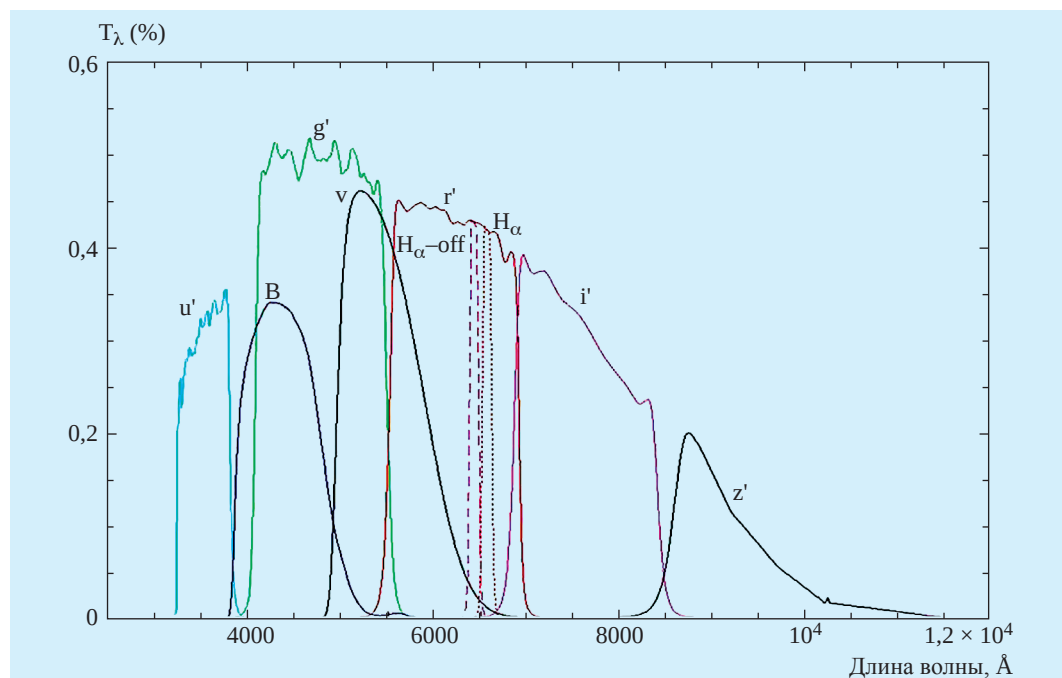
Поле зрения телескопа VST ESO размером в квадратный градус вмещает в себя четыре диска Луны (для сравнения они помещены в его поле зрения).

аккрецирует вещество; в результате формируются околозвездные протопланетные диски) или изучать протекающие процессы в гигантских молекулярных облаках,

Полосы пропускания 12 оптических фильтров диапазоном 3500–10000 Å; установлены на ПЗС-камере OmegaCAM, формируют фотометрические характеристики телескопа VST. Два узкополосных фильтра показаны пунктирной линией. По горизонтальной оси – длина волны, в ангстремах.

элемента во Вселенной; она имеет важное значение для определения движения газа в звездах, туманностях и в меж-

звездных облаках.) Такой фильтр позволяет OmegaCAM эффективно изучать эволюцию молодых звезд (на которые



Главное 2,6-м зеркало телескопа VST в цехе Лыткаринского завода оптического стекла. Крайний слева — главный инженер-оптик завода М.А. Абдулкадыров.

где образуются новые звезды и планеты.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗЕРКАЛА:
ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ

С самого начала проект VST преследовали трудности. Денег, выделенных на его осуществление, не хватало для создания современного автоматизированного телескопа и необходимой инфраструктуры. М. Капаччиоли принял рискованное решение — сначала построить сам телескоп, а формировать инфраструктуру и выполнять сопутствующие работы уже потом, изыскивая деньги в процессе строительства. Профессор М. Капаччиоли рискнул и выиграл! Он создал прекрасный телескоп, который выделяется даже на фоне других высокотехнологичных инструментов ESO, внесших большой вклад в современную астрономию.

Прежде чем VST был успешно установлен на плато Паранал (Чили), произошло много несчастливых событий: даже заявка на изготовление зеркала для телескопа была принята не сразу — почти все европейские заводы были



загружены другими заказами и сделать в срок зеркало не брался никто. Профессор М. Капаччиоли принял еще одно смелое решение — заказать зеркало в России, обратившись на Лыткаринский завод оптического стекла (Московская область). Здесь зеркало было изготовлено быстро и качественно, оно соответствовало всем техническим нормам, которые предъявлял руководитель проекта. Общая оценка — «прекрасно»! Однако череда проблем еще не закончилась: зеркало упаковали, погрузили в контейнер в Гамбурге и повезли через Атлантический океан в Чили; в июне 2002 г. при разгрузке в порту Южной Америки случилась катастрофа... оборвался один из канатов и контейнер рухнул на землю — погиб

портовый рабочий, а зеркало разбилось.

Наука, как и любая другая сфера человеческой деятельности, к сожалению, не обходится без собственных драм — просто по большей части они рождаются и находят свое разрешение только в среде ученых. Зеркало для VST было необходимо, и профессору М. Капаччиоли не оставалось ничего другого, как снова обратиться на Лыткаринский завод оптического стекла.

Один из авторов этой статьи (М.В. Сажин) в то время как раз находился в Обсерватории Каподимонте. Массимо позвал меня и показал фотографию разбитого зеркала — его голоса, выражения лица в те минуты я никогда не забуду. Он попросил меня позвонить на завод и быть переводчиком в разговоре с главным инженером-оптиком



завода М.А. Абдулкадыровым. Думаю, читатель может себе представить, насколько тяжело было встречено известие о произошедшей катастрофе сотрудниками Лыткаринского завода. Но они приняли во второй раз заказ на изготовление точно такого же зеркала, не подняв стоимости работ, хотя были единственными возможными исполнителями. Безупречно и в кратчайшие сроки изготовленное зеркало снова было доставлено в Южную Америку, на плато Паранал, и успешно помещено в оправу. Долгожданный телескоп был

собиран и “принял первый свет” 8 июня 2011 г.! Уже первые полученные изображения астрономических объектов обладали высоким качеством.

Сейчас с помощью телескопа VST получено множество изображений, в их числе – шаровое скопление ω Центавра и галактика в Треугольнике. Скопление ω Центавра – крупнейшее в нашей Галактике, находится в 18300 св. годах от нас; оно содержит несколько миллионов звезд, ее центр плотно заселен и там может находиться черная дыра средней массы. Спиральная галактика в Треугольнике

Разбитое первое зеркало диаметром 2,6 м телескопа VST ESO, изготовленное на Лыткаринском заводе оптического стекла. Фото из архива М. Капаччиоли.

(M33, NGC 598), диаметром около 50 св. лет, удалена от нас на 2,77–3,07 млн св. лет. В одном из ее рукавов находится эмиссионная туманность NGC 604 поперечником 1300 св. лет – огромная обособленная область звездообразования, где сосредоточено более 200 звезд-гипергигантов. Благодаря высокой четкости снимков на них можно увидеть

отдельные звезды, даже сквозь молекулярные облака.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной функцией телескопа VST является проведение глубоких, многоцветных обзоров, а также поиск редких астрономических объектов и событий во Вселенной. На VST ведутся три хорошо разработанных проекта, и они, как ожидается, будут реализовываться в течение ближайших пяти лет. Для этого инструмента был разработан специализированный программный комплекс; он предназначен для обработки большого объема данных, полученных с помощью телескопа. Объем информации может составлять около 30 терабайт в год. Запланированы обзоры небесной сферы. Ниже расскажем о трех наиболее крупных из них.

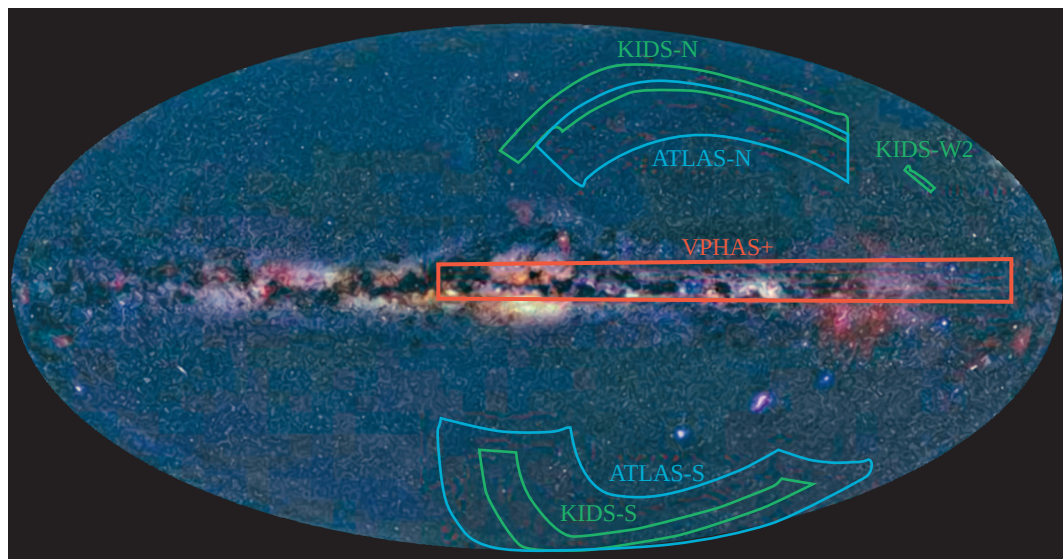
Обзор KIDS. Это исследование изображений на участке неба площадью 1500 квадратных градусов в четырех фотометрических полосах (U, V, R, I; 3500–8000 Å). Полученные данные дополняют наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне (около 8000 Å), полученные с помощью телескопа VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) – последнее



Шаровое звездное скопление ω Центавра (NGC 5139), находится на расстоянии 18 300 св. лет от нас. Одно из первых его изображений, полученных 8 июня 2011 г. с помощью 2,6-м телескопа VST Европейской Южной Обсерватории. Фото ESO.



Галактика в Треугольнике (M33, NGC 598), находится на расстоянии 2,77–3,07 млн св. лет от нас. Снимок получен 6 августа 2015 г. с помощью 2,6-м телескопа VST Европейской Южной Обсерватории. Фото ESO.



Контурами разных цветов показано распределение обзоров по небесной сфере, которые планируется выполнить в ближайшие пять лет с помощью телескопа VST ESO: KIDS-N (зеленый), KIDS-W2 (зеленый), KIDS-S (зеленый), ATLAS-N (голубой), ATLAS-S (голубой), VPHAS+ (красный). Буквы N, S, W обозначают соответственно север, юг, запад – положение обзоров на небесной сфере.

дополнение к массиву телескопов ESO, с помощью которых проводится обзор площадью в тысячу квадратных градусов. На этом телескопе осуществляется инфракрасная съемка нашей Галактики (проект VIKING). Объединенные данные содержат информацию в девяти спектральных полосах в диапазоне – от оптических до инфракрасных длин волн. Большая площадь неба, покрываемая обзором, обеспечивает получение более глубоких изображений, чем в обзоре SDSS (Sloan Digital Sky Survey; Земля и Вселенная, 2004, № 3, с. 61; 2004, № 4, с. 92) на 2,5 величины – и с более вы-

соким качеством. Научные задачи KIDS включают в себя изучение гало темной материи и свойства темной энергии с помощью слабого линзирования, а также поиск квазаров и скоплений галактик с большим красным смещением, изучение эволюции галактик.

Обзор ATLAS. Начал работу в августе 2011 г. Нацелен на исследование Южного неба площадью 4500 квадратных градусов в пяти фильтрах (U, V, R, I, Z; 3500–8500 Å) для звездных величин, сопоставимых с SDSS. Обзор ATLAS дополняется также обзором в ближнем инфракрасном диапазоне,

производимом на телескопе VISTA. Основная цель обзора – изучение “барионных акустических осцилляций” (барионные возмущения малой амплитуды – волны плотности межзвездной материи, наблюдаемые в спектре мощности пространственного распределения галактик). Объектом исследования в этом обзоре стали красные галактики (Luminous Red Galaxies), имеющие очень узкий диапазон цветов и внутренней светимости; очень яркие, они хорошо наблюдаются на больших расстояниях. Главной научной целью обзора стало определение уравнения состояния темной

энергии путем обнаружения барионных осцилляций. Наряду с этим, обзор ATLAS – это база изображений для спектроскопических исследований на VLT.

Обзор VPHAS+ (в фильтре H_α). Охватывает значительную часть южной Галактической плоскости площадью 1800 квадратных градусов, используя пять фотометрических полос (U, V, H_α , R, I; 3500–8000 Å). Он предназначен для изучения около 500 млн объектов, включая многие редкие типы звезд – такие, как

бинарные звезды типа Т Тельца. Обзор также будет использован для определения структуры Галактического диска и понимания звездообразования в истории Млечного Пути.

В дополнение к трем описанным выше обзорам осуществляется ряд проектов в рамках гарантированного договора на предоставление наблюдательного времени между ESO и Астрономической обсерваторией Каподимонте.

Российские астрономы имеют фактическую возможность присоеди-

ниться к наблюдениям. Дело в том, что ESO прекращает финансирование VST в 2024 г., и для продолжения работ некоторая часть необходимых средств может быть получена и от российской стороны. В этом случае российские астрономы будут иметь гарантированное время наблюдений на VST.

Такова история телескопа VST – небольшого инструмента в сравнении со своими гигантскими собратьями, – но уже внесшего значимый вклад в большую науку. Впереди – новые открытия!

НОВЫЕ КНИГИ

Календарь по астрономии

Спешим обрадовать всех, кто с нетерпением ждал появления очередного издания “Школьного астрономического календаря на 2017–2018 учебный год”: новый выпуск вышел в свет и скоро поступит в продажу! Издание, как обычно, станет лучшим помощником для астрономов. Он издается уже на протяжении нескольких десятков лет (Земля и Вселенная, 2009, № 6, с. 110–111); нынешний выпуск – 68-й по счету!

В очередном сборнике авторы по традиции рассказывают любителям астрономии, школьникам и педагогам о самых интересных



астрономических явлениях, о памятных датах в истории астрономии и космонавтики, разъясняются научные термины. Календарь содержит основные сведения о различных небесных объектах, подвижную карту звездного неба и другие

справочные материалы, необходимые для наблюдений в 2017–2018 учебном году. Из него можно узнать, как правильно выбрать время для наблюдения Луны и планет в период их наилучшей видимости, в какой области неба следует наблюдать метеоры, в каких созвездиях расположены самые интересные звезды, туманности и галактики.

Авторы “Календаря” – кандидат физико-математических наук Михаил Юрьевич Шевченко и кандидат физико-математических наук старший научный сотрудник Института космических исследований РАН Олег Stanisлавович Угольников. “Школьный астрономический календарь”, несомненно, станет надежным помощником при проведении простейших астрономических наблюдений!

Ядерные электроракетные двигатели для полета на Марс

В.В. СИНЯВСКИЙ,
доктор технических наук
Ракетно-космическая корпорация “Энергия”
им. С.П. Королёва

В статье рассмотрены результаты концептуально-проектных разработок РКК “Энергия” ядерных электроракетных двигателей для обеспечения пилотируемой

экспедиции на Марс – начиная с первого проекта тяжелого межпланетного корабля академика С.П. Королёва¹. Рассмотрены различные схемы полета, в

том числе с участием нескольких космических кораблей с возможностью проведения спасательных операций экипажа во время полета².

НОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ПОЛЕТА К МАРСУ

Проектирование космического корабля для полета человека к Марсу началось в ОКБ-1 (ныне – РКК “Энергия”) практически с самого зарождения пилотируемой космонавтики. Одним из первостепенных вопросов был выбор типа основной маршевой двигательной установки. Этот вопрос до сих пор обсуждается на всех этапах разработки концепций

марсианской пилотируемой экспедиции.

Главный конструктор С.П. Королёв – не только мечтавший о межпланетных пилотируемых полетах, но и понимающий необходимость создания для их осуществления новых технологий и техники – неоднократно подчеркивал, что “для полета на Марс нужны новые двигатели на основе атомной энергии”. В 1958 г., после успешного запуска

первого искусственного спутника Земли, по указанию С.П. Королёва проектные отделы ОКБ-1 приступили к исследованиям с целью создания и использования электроракетных двигателей, питаемых от ядерной энергетической установки, для межпланетных сообщений.

Привлекательность электроракетных двигателей как двигателей малой тяги резко возрастает при

¹ Горшков Л.А., Синявский В.В., Стойко С.Ф. Межпланетные проекты С.П. Королёва и их развитие в РКК “Энергия” // В кн.: История развития отечественной пилотируемой космонавтики (М.: Столичная энциклопедия, 2015. С. 253–273).

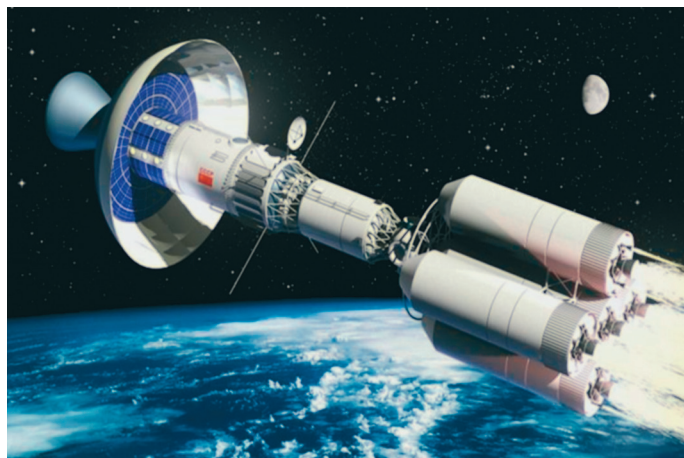
² Севастьянов Н.Н., Синявский В.В., Юдицкий В.Д. Концепция экспедиции на Марс в составе эскадры // Известия РАН. Энергетика, 2007. № 3. С. 46–56.

Проект одного из вариантов тяжелого межпланетного корабля академика С.П. Королёва, 1964 г.

рассмотрении межпланетных полетов в Солнечной системе, поскольку соотношение между временем межпланетного перелета и необходимым временем для выполнения полетной задачи соизмеримо. Использование в качестве эффективного энергетического источника ракетного двигателя малой тяги позволяет в десятки раз (по сравнению с газодинамическими методами) увеличить удельный импульс двигателя. Это позволит получить значительную экономию рабочего тела (топлива) – в особенности при осуществлении сложных маневров в космическом пространстве.

МАРСИАНСКИЙ ПРОЕКТ
С.П. КОРОЛЁВА 1960 ГОДА

В 1960 г. был разработан первый проект экспедиции тяжелого межпланетного корабля общей массой 60–80 т для обеспечения посадки человека на поверхность Марса (стартовая масса ракетно-космической

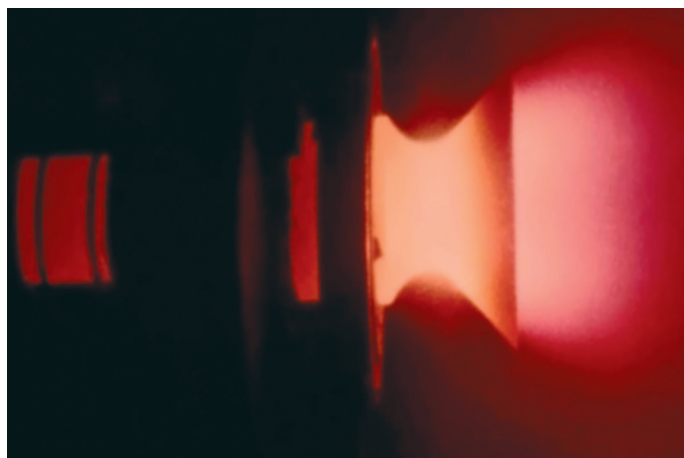


системы составляет 1000–2000 т; Земля и Вселенная, 2007, № 2). В этом проекте использовалась электроракетная двигательная установка с ядерным источником электроэнергии. После сравнительного исследования космических ядерно-энергетических установок с различными схемами преобразования тепловой энергии в электрическую (газотурбинной, паротурбинной и с непосредственным термоэмиссионным преобразованием энергии) специалисты

выбрали схему с термоэмиссионным реактором-преобразователем из-за очевидных преимуществ (по сравнению с другими схемами преобразования) тепловой энергии в электрическую:

- простая тепловая и электрическая схемы;
- отсутствие движущихся частей и, следовательно, повышенная надежность;
- слабая чувствительность к единичным точечным отказам;
- простые запуск и прекращение работы;

Испытания магнитоплазменного двигателя электрической мощностью 500 кВт с литием в качестве рабочего тела в вакуумной камере.



- возможность многократного применения и запуска ядерно-энергетической установки без затрат электроэнергии;

- высокая температура отвода тепла и компактный холодильник-излучатель; поэтому минимальная масса и габариты установки;

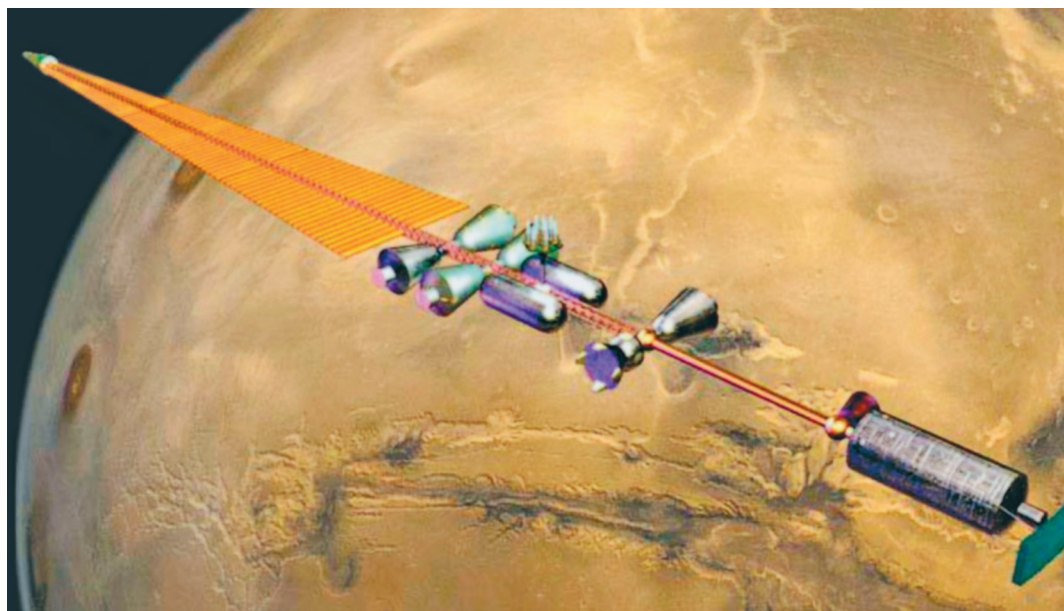
- потенциальные возможности повышения КПД, удельных энергетических характеристик и нижней температуры термодинамического цикла: существенное снижение удельной массы и габаритов ядерно-энергетической установки.

Межпланетный космический корабль с ядерным электроракетным двигателем электрической мощностью 7 МВт (экипаж – 6 человек) на орбите Марса.

Термоэмиссионный реактор-преобразователь обладал электрической мощностью в 7 МВт и оснащался радиационной биологической защитой, “в тени” которой располагался марсианский корабль. В качестве электроракетной двигательной установки планировалось использовать низковольтный магнитоплазмодинамический двигатель большой мощности. Образец такого двигателя мощностью 500 кВт создали и испытали в 1976 г. в РКК “Энергия”.

Межпланетный корабль общей массой до 500 т собирался на околоземной орбите из отдельных модулей массой порядка 80 т, выводимых разрабатываемой тогда ракетой-носителем “Н-1” сверхтяжелого класса, и затем должен был стартовать в сторону Марса с экипажем из шести человек.

Трое из шести членов экипажа вместе с оборудованием совершали посадку на поверхность Марса, для чего предусматривалось создание пяти спускаемых аппаратов сегментально-конической формы. После посадки исследовательский комплекс – его отдельные модули последовательно соединялись вместе, формируя “поезд”, движущийся на крупногабаритных колесных шасси. “Поезд” должен был состоять из пяти платформ-модулей: кабины экипажа с манипулятором и буровой установкой; конвертоплана (беспилотный самолет) для разведочных полетов над Марсом; взлетных ракет (одна запасная) для возвращения экипажа с поверхности Марса на корабль, находящийся на околомарсианской орбите; платформы



Самодвижущийся колесный “поезд”, сформированный на поверхности Марса из доставленных платформ-модулей.

с силовой ядерной энергоустановкой.

Многомодульный “поезд” длиной порядка 20 м в течение одного года должен был пройти по поверхности Марса – от Южного полюса до Северного, провести исследования его грунта и атмосферы, затем передать информацию на корабль, обращающийся по орбите вокруг Марса; оттуда она ретранслировалась на Землю. После выполнения программы работ на поверхности Марса экипаж с образцами грунта и другими результатами исследований должен был возвратиться на орбитальный корабль и затем стартовать к Земле.

ПРОЕКТ МАРСИАНСКОЙ
ЭКСПЕДИЦИИ 1969 ГОДА

В 1969 г. был разработан еще один проект пилотируемой экспедиции на Марс. Марсианский корабль общей массой 600–700 т должен был собираться на околоземной орбите с использованием “Н-1М” – модификации разрабатываемой

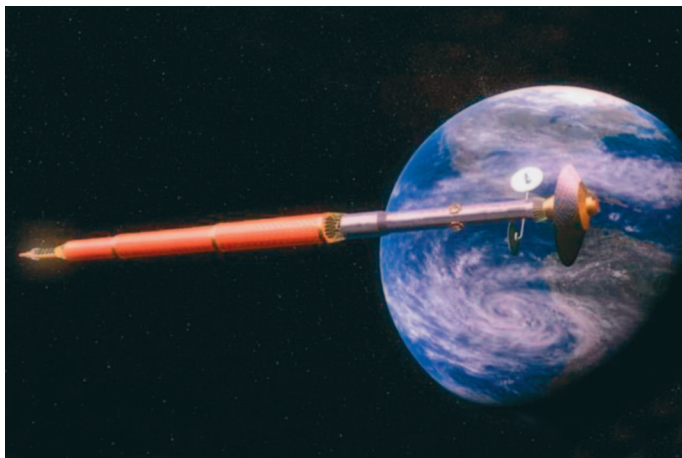
Межпланетный корабль с термоэмиссионным реактором мощностью 15 МВт на орбите Марса. Экипаж состоит из четырех человек.



тогда ракеты-носителя “Н-1” стартовой массой 2200 т. В составе марсианского экспедиционного комплекса предусматривались: межпланетный орбитальный корабль массой около 50 т, в котором размещались экипаж и основные бортовые системы; марсианский посадочный корабль для спуска на поверхность Марса массой 30 т; возвращаемый аппарат для обратного перелета к Земле; электро-ракетная двигательная

установка с термоэмиссионной ядерно-энергетической установкой.

Конструкция марсианского экспедиционного комплекса представляла собой орбитальный корабль с вынесенными с двух сторон от него ядерными электроракетными двигателями и реактором для радиационной безопасности, а также конечным радиатором системы сброса преобразованного тепла термодинамического цикла.





Старт взлетной ступени марсианского корабля с экипажем со стационарной посадочной платформы.

созданном в 1987 г., после успешного запуска сверхтяжелой РН “Энергия”, использовались многие технические решения проекта 1969 г. Его особенность – использование РН “Энергия” в качестве средства доставки элементов корабля общей массой 500 т на околоземную орбиту. Была изменена также форма посадочного корабля (“несущий корпус” вместо “фары” с теплозащитным экраном).

В этом проекте для межпланетного перелета использовались две независимые автономные электроракетные двигательные установки

В отличие от проекта 1960 г., на поверхность Марса садился один посадочный аппарат сегментально-конической формы с разворачивающимся лобовым теплозащитным щитом. На корабле также использовались электрореактивные двигатели, электрическая

мощность термоэмиссионного реактора-преобразователя была увеличена до 15 МВт. Численность экипажа уменьшилась до четырех человек.

ПРОЕКТ МАРСИАНСКОЙ
ЭКСПЕДИЦИИ 1987 ГОДА

В следующем проекте экспедиции на Марс,

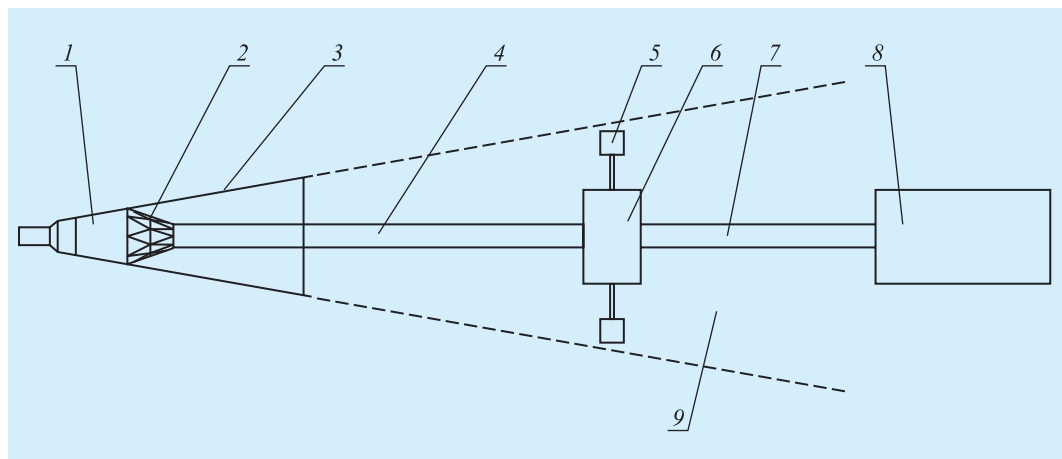


Схема космического транспортного средства с ядерным электроракетным двигателем: 1 – ЯЭУ; 2 – ферменная вставка; 3 – холодильник-излучатель; 4 – ферма системы отведения ЯЭУ; 5 – блок электроракетных двигателей; 6 – приборно-агрегатный отсек ЭРДУ; 7 – ферма системы отведения блока полезного груза; 8 – блок полезного груза; 9 – “зона тени” радиационной защиты.



Межпланетный корабль с двумя независимыми ядерными электроракетными двигателями, предназначенными для повышения надежности перелета на околоземной орбите.

с пакетом электроракетных двигателей, питаемых от ядерно-энергетической установки с термоэмиссионным реактором-преобразователем электрической мощностью 7,5 МВт.

Отметим, что суммарная мощность двух ядерных электроракетных двигателей (ЯЭРД) осталась, как и в проекте 1969 г., равной 15 МВт; причем использование двух ЯЭРД

мощностью по 7,5 МВт не привело к увеличению начальной массы и понижению стоимости, в сравнении с ЯЭРД мощностью 15 МВт. Использование двух автономных ЯЭРД

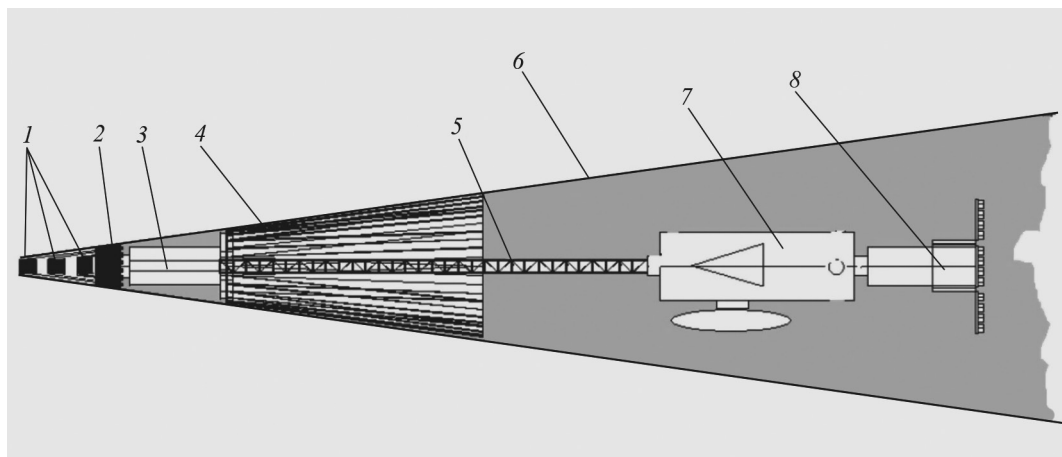


Схема межпланетного транспортного корабля с ядерным электроракетным двигателем: 1 – реакторы ядерной энергетической установки (термоэмиссионные реакторы-преобразователи), 2 – теньевая радиационная защита, 3 – отсек оборудования ЯЭУ, 4 – холодильник-излучатель, 5 – трансформируемая ферма, 6 – граница конуса радиационной тени, 7 – полезный груз, 8 – электроракетная двигательная установка (высоковольтная).

позволило значительно увеличить надежность и безопасность межпланетного перелета, так как даже при одной работающей ЯЭРД экипаж мог быть возвращен на Землю с любой точки траектории полета.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ 2000-х гг.

После 2000 г. на РКК “Энергия” были разработаны еще несколько концептуальных проектов экспедиции на Марс с использованием одного корабля, оснащенного электроракетными двигателями, работающими как на солнечной энергии, так и с использованием ядерной установки. Особенность проектов состояла в необходимости сокращения времени экспедиции, а, следовательно, – в увеличении мощности маршевого двигателя. Кроме того, в этих проектах рассматривалось повторное использование созданных космических комплексов для следующих марсианских экспедиций и в других программах (прежде всего, для обеспечения больших грузопотоков при освоении Луны).

Основные характеристики марсианского экспедиционного комплекса проекта начала 2000-х гг. с трехблочной ЯЭРДУ суммарной электрической мощностью 24 МВт ($6 \text{ МВт} \times 3$) следующие: стартовая масса – до 500 т, масса взлетно-посадочного комплекса – до 40 т, тяга электроракетных двигателей

для межпланетного перелета – 480 Н, удельная тяга электроракетных двигателей – 50–90 км/с, количество членов экипажа межпланетного комплекса – 4–6 человек, количество членов экипажа взлетно-посадочного комплекса – 2–3 человека, общее время полета на Марс и обратно – около 2,5 лет, время работы экипажа на поверхности Марса – 15–30 сут.

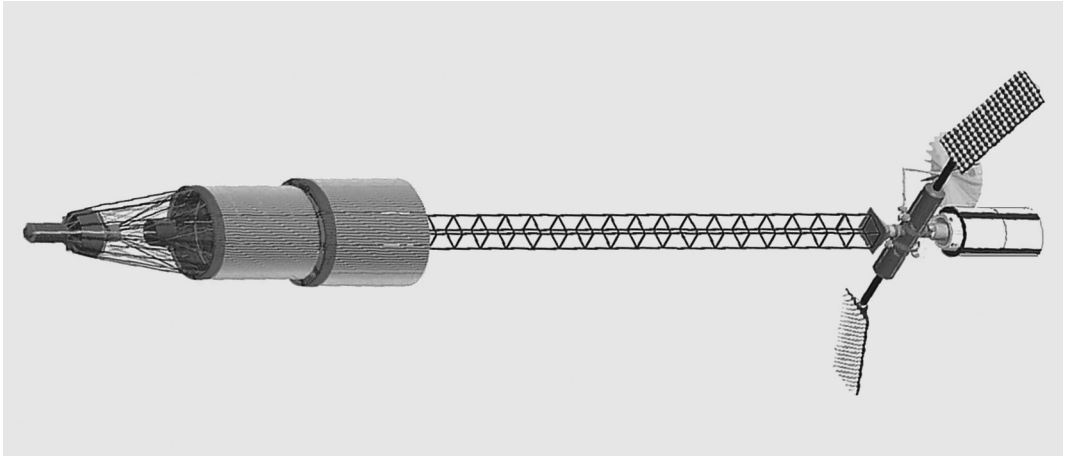
Сокращение времени экспедиции требует увеличения не только электрической мощности двигателя, но и снижения удельной массы ЯЭРД, прежде всего ядерной энергетической установки (ЯЭУ). Для экспедиции длительностью порядка 500 сут потребуются двигатель в несколько десятков мегаватт с удельной массой 3–4 кг/кВт; для 700 суток – двигатель примерно в 5,5 кг/кВт. Такие низкие удельные массы могут быть достигнуты лишь в высокотемпературных одноблочных ядерных энергетических установках: в частности, в термоэмиссионных, в которых в качестве теплоносителя используется жидкий литий, а в качестве конструкционного материала – жаропрочный сплав ниобия.

ДОСТАВКА К МАРСУ ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВ

Один из возможных вариантов схемы экспедиции на Марс предполагает, что на его поверхности заранее создается база с соответствующей инфра-

структурой, и лишь потом осуществляется пилотируемая экспедиция с высадкой космонавтов на планете и их работа на базе; это позволит минимизировать робототехнические операции на поверхности Марса. Этот вариант предполагает доставку беспилотными транспортными кораблями полезного груза массой в десятки (и даже в сотни) тонн, в том числе и отдельных модулей.

Специалисты РКК “Энергия” исследовали проблему обеспечения довольно больших грузопотоков с околоземной орбиты на орбиту искусственного спутника Марса. Для обеспечения межорбитальной перевозки грузов используется ЯЭРД на основе термоэмиссионной ядерной установки мощностью от 500 кВт и ресурсом до трех лет; обоснованными можно считать параметры разработанного в РКК “Энергия” межорбитального буксира “Геркулес” с ядерным электроракетным двигателем мощностью 500–600 кВт. Особенность ЯЭУ буксира – модульное построение и использование высокотемпературных технологий для изготовления всех агрегатов с рабочей температурой 800–950 °С. Учитывая возможность сброса непереработанного в термодинамическом цикле тепла лишь тепловым излучением, высокотемпературные технологии позволили создать ядерно-энергетическую установку компактной, с низкой удель-



Межорбитальный электроракетный буксир "Геркулес" с термоэмиссионной ядерно-энергетической установкой электрической мощностью 500–600 кВт.

ной массой (10–15 кг/кВт), недостижимой при других (нетермоэмиссионных) схемах преобразования тепла в электричество. Такой буксир предназначался для решения ряда транспортно-энергетических задач в околоземном космосе. Модульное построение позволяло наращивать его мощность за счет увеличения количества модулей и некоторого повышения удельных энергетических характеристик энергоустановки, а также использовать отработанные технологии буксира "Геркулес" в перспективных программах освоения Луны и полета на Марс.

Особенность этой транспортной операции (в отличие от пилотируемой экспедиции) состоит в том, что здесь нет жестких ограничений по времени, поэтому параметры ЯЭРД и транспортировки могут быть

оптимизированы: в частности, может быть уменьшена мощность ЯЭРД для заданной массы полезного груза. Определено, что применительно к доставке на орбиту Марса груза массой 20 т эффективно использование одноразового межорбитального буксира типа "Геркулес" на основе термоэмиссионной ядерно-энергетической установки мощностью 500 кВт, длительное время разрабатываемого в РКК "Энергия". Транспортный комплекс на околоземной орбите высотой 800 км может быть сформирован тремя пусками ракет-носителей тяжелого класса ("Протон", "Ангара-А5") или одним пуском класса РН "Энергия" ("Ангара-7").

Для транспортировки на орбиту Марса полезных грузов массой 100–200 т могут быть использованы ядерные электроракетные

двигатели мощностью 1,6–3,1 МВт с ресурсом до двух лет. Высокой эффективностью в решении рассматриваемой задачи обладает двигатель на основе термоэмиссионной ядерной установки – имеет минимальную удельную массу, по сравнению с ядерными установками с преобразованием энергии. Это получается за счет высокого значения нижней температуры термодинамического цикла и, соответственно, малыми габаритами и массой холодильника-излучателя.

Использование в грузовом корабле в качестве двигательной установки ЯЭРД вместо ЖРД позволяет существенно (в 4–8 раз, в зависимости от электрической мощности ЯЭРД) сократить число пусков тяжелых ракет-носителей для формирования транспортного комплекса по доставке тяжелых

**СРАВНЕНИЕ ОДНОРАЗОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРАБЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ
ЖИДКОСТНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ (ЖРД) И ЯДЕРНЫЕ
ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ (ЯЭРД)**

Масса груза на орбите, т	Тип двигательной установки	Начальная масса на низкой околоземной орбите, т	Время полета к Марсу, сут	Мощность ядерного двигателя, кВт	Отношение начальной масс буксира с ЖРД и ЯЭРД
20	ЖРД	416	270	—	—
20	ЯЭРД	54	690	500	7,7:1
20	ЯЭРД	97	352	4120	4,3:1
100	ЖРД	2080	270	—	—
100	ЯЭРД	283	360	15 300	7,35:1
100	ЯЭРД	496	287	10 200	4,2:1
200	ЖРД	4160	270	—	—
200	ЯЭРД	492	360	26 500	8,45:1
200	ЯЭРД	707	317	17 600	5,9:1

полезных грузов на орбиту Марса с целью строительства марсианской обитаемой базы.

ПОЛЕТ НА МАРС ЭСКАДРЫ КОРАБЛЕЙ

Классики космонавтики С.П. Королёв (СССР) и Вернер фон Браун (США) высказывались в своих ранних статьях о полете человека к Марсу в пользу эскадренного построения экспедиции. В частности, в своей статье, датированной 1966 г., С.П. Королёв писал: *“...в будущем космические корабли с людьми пойдут в дальние рейсы к Луне, планетам и их спутникам. Надежность таких экспедиций повысится, если посылать не один корабль, а два и более...”*. Однако первые детальные проекты, заложенные при их жизни (и позже), строились, как отмечено выше, по схеме

запуска одного корабля с экипажем.

Эскадра должна состоять как минимум из двух кораблей, причем оба корабля пилотируемые – с экипажем по 2 или 3 космонавта в каждом. Возможно и большее число кораблей, но остальные – грузовые. Важным моментом считается то, что в каждом из пилотируемых кораблей соответствующие системы жизнеобеспечения и запасы расходных материалов должны быть рассчитаны на полный состав экспедиции (на 4 или 6 человек). Это позволяет при отказе одного из пилотируемых кораблей завершить экспедицию на втором пилотируемом корабле.

Сборка кораблей производится на высокой околоземной орбите – например, в 200 тыс. км. Экипажи доставляются на борт транспортными

кораблями с двигателями на основе ЖРД: например, с помощью перспективных пилотируемых транспортных кораблей нового поколения “Федерация”. Корабли эскадры стартуют с высокой околоземной орбиты и выходят на траекторию полета к Марсу практически одновременно. Дальнейший полет эскадры кораблей осуществляется с использованием ЯЭРДУ. На стартовой орбите формируется оптимальное расстояние между кораблями (порядка 300 км), которое обеспечивает снижение допустимого уровня мощности радиационной дозы облучения от работающих реакторов ЯЭРДУ (экран является щитом только для экипажа). Выбор такого расстояния позволяет не изменять принципы устройства защиты от излучения реактора – оно определяет разумное

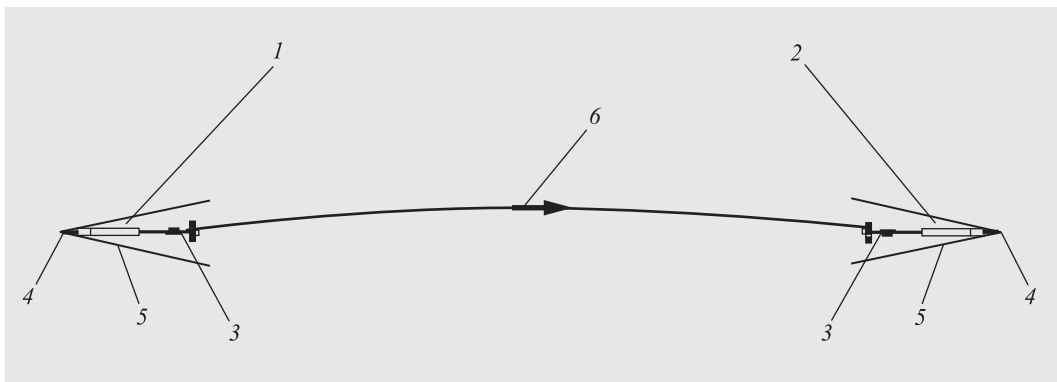


Схема спасательной операции, возможной в межпланетной экспедиции: 1 – первый корабль, участвующий в операции; 2 – второй корабль, участвующий в операции; расстояние между кораблями – около 300 км; 3 – обитаемые комплексы кораблей; 4 – ядерные реакторы энергодвигательных установок кораблей (при проведении спасательной операции реакторы заглушены, но являются источниками гамма-излучения); 5 – границы конуса защищенного от радиационного излучения пространства, создаваемого радиационной защитой ядерного реактора энергодвигательной установки, 6 – траектория маневра корабля-спасателя.

время, необходимое для того, чтобы корабли (или бортовые средства индивидуального транспорта) могли сблизиться и оказать помощь одному из них в случае аварийной ситуации. Схема спасательной операции при возникновении аварийной ситуации на межпланетной траектории (при условии сохранения расстояния между кораблями) предполагает кратковременное выключение двигательных установок: это нарушает на малую величину программное соотношение координат кораблей и планеты назначения; на этот случай, следовательно, должны быть предусмотрены резервы рабочего тела двигательных установок, позволяющих провести маневр коррекции траектории.

Высокая надежность выполнения экспедиции достигается при условии независимости отказов разделенных кораблей эскадры. Это чрезвычайно важный фактор. Сколько бы труда и средств не вкладывалось в конструкцию отдельного космического корабля (довольно сложного устройства) – невозможно избежать отказа в одном агрегате (или системе); это может вызвать цепную реакцию отказов в других агрегатах и системах, связанных с ними функционально. В такой сложной системе ее надежность не увеличивается по мере усложнения; возможно даже ее уменьшение (по мере усложнения устройства) в результате взаимодействия и наложения отказов, штатных ситуаций. Напротив,

реализуя принцип независимости отказов, можно повышать надежность системы путем вложения дополнительных средств в модернизацию; при этом следует иметь в виду, что приближение надежности к единице (с ростом ее значения на проценты и доли процента) эквивалентно снижению в разы (и даже в десятки раз) вероятности неблагоприятного исхода. Применительно к пилотируемой марсианской экспедиции этот тезис исключительно важен, так как это прямой путь повышения вероятности успеха путем вложения средств. Итак, основная идея эскадренного построения кораблей – возможность оказания помощи при возникновении аварийной ситуации и преодоление ее с сохранением возможности

успешного завершения экспедиции.

Выполненные в РКК “Энергия” исследования показали, что уже при схеме из двух кораблей эффективность экспедиции (отношение вероятности неудачи экспедиции, состоящей из одного корабля, к вероятности неудачи перелета эскадрой) возрастает на порядок, а при четырех – на три порядка. Следует особо отметить, что увеличение в два–четыре раза числа кораблей эскадры (вместо одного) отнюдь не означает увеличения в столько же раз стоимости экспедиции. Это следует из следующих известных факторов: стоимость изготовления космического корабля, реализующего определенную космическую программу, составляет 1/10...1/20 от стоимости программы технологической и экспериментальной отработки первых образцов на стадии опытно-конструкторских работ и еще меньшую долю – от стоимости инфраструктуры, обслуживающей программу. Следовательно, увеличение числа кораблей пилотируемой эскадры приведет к увеличению стоимости пилотируемой части экспедиции всего лишь на 10–20%, а с учетом непилотируемой составляющей, и на еще меньшее количество. Следует также принять, что все корабли эскадры (пилотируемые и грузовые) должны быть полностью укомплектованы системами

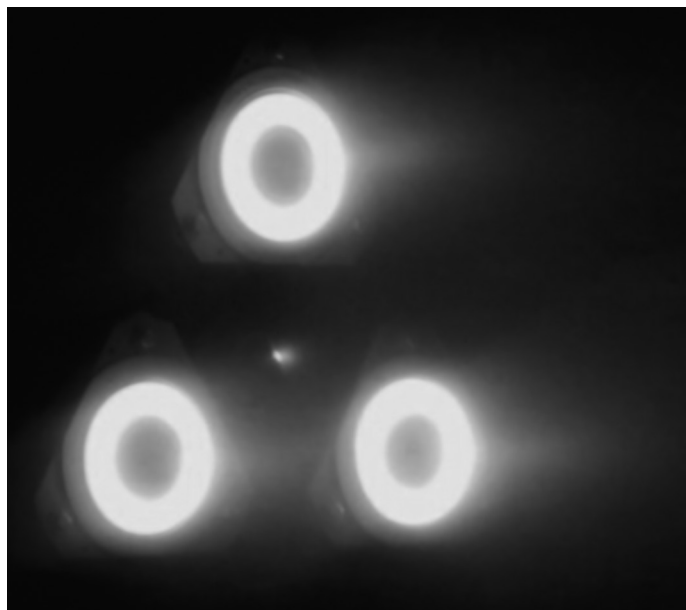
и расходующимися материалами, рассчитанными на полный состав экспедиции. Таким путем минимизируется объем операций, и, следовательно, время на их выполнение, а также вероятность неудачи при выполнении спасательной операции. Переброска экипажа аварийного корабля производится на один из резервных. Можно рассматривать и более сложные построения, предусматривающие неполное резервирование расходных материалов и отвести для них место в перемещаемых стыкуемых блоках. Представляется, что выигрыш в массе (и в стоимости миссии) при этом невелик, а снижение вероятности успеха может быть ощутимым.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ АППАРАТ

В РКК “Энергия” предложено использовать транспортный корабль, состоящий из трех независимых блоков. Ядерный электроракетный двигатель после возвращения с орбиты Марса используется для транспортного обслуживания околоземного пространства. В блоке реакторов размещаются три термоэмиссионных реактора со своими обслуживающими системами, каждый рассчитан на электрическую мощность в 7 МВт. При осуществлении перелета: орбита Земли – орбита Марса – орбита Земли все три блока работают одновременно, что

обеспечивает необходимую энерговооруженность марсианского экспедиционного комплекса (21 МВт) и кинематическое согласование траектории комплекса с движением планет. При использовании в околоземном пространстве ядерного электроракетного двигателя жесткого кинематического ограничения, как правило, нет. Это позволяет использовать запас энергии, сосредоточенный в реакторах марсианского электроракетного двигательного блока (ЭДБ) иным способом, более “адекватным” околоземным задачам. Блоки ядерных электроракетных двигателей используются последовательно во времени, каждый на уровне мощности в 5250 кВт (0,75 мощности номинального режима марсианского двигателя), что позволяет увеличить ресурс моторного времени в 6 раз (суммарно – до 10 лет) при разумных значениях времени выполнения заданных полетных задач.

Электроракетный двигатель рассматривается в двух вариантах. Энергетически и по массовым показателям наиболее привлекательным и совместимым по электрическим параметрам с термоэмиссионным реактором-преобразователем считается электроракетный двигатель, использующий в качестве рабочего тела литий. Электроракетный торцевой стационарный двигатель размещается не-



Испытания “связки” из трех электроракетных двигателей с анодным слоем в вакуумной камере.

посредственно за радиационной защитой реактора для того, чтобы минимизировать длину низковольтных шин. Логика построения такого двигателя в случае его использования в качестве многоразового буксира существенно

различается: применяются плазменные высоковольтные двигатели типа двигателя с анодным слоем, обладающие более высоким ресурсом при работе на рабочих телах с высокими значениями атомного веса. Такие двигатели

электрической мощностью до 30 кВт, использующие различные рабочие тела висмут, ксенон) с удельным импульсом до 70 км/с и КПД до 0,7 были разработаны в РКК “Энергия” и ЦНИИмаш и прошли испытания.

Срок службы ЭДБ транспортного средства с ядерным электроракетным двигательным блоком (ЯЭДБ) увеличивается путем последовательного во времени, раздельного использования каждого из трех блоков ЯЭДБ на пониженном уровне мощности. Это обеспечивает увеличение ресурса каждого энергоблока от 1,5 лет (как того требует задача доставки марсианской экспедиции) до примерно

Таблица 2

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯДЕРНОГО ЭЛЕКТРОРАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЬНОГО БЛОКА ДЛЯ МАРС-ЭДБ И МНОГОРАЗОВОГО БУКСИРА

Тип и параметры двигателей	Марс-ЭДБ	Многоразовый буксир
Номинальная электрическая мощность, МВт	$7000 \times 3 = 21\ 000$	$5250 \times 1 = 5250$
Тип ядерного реактора	термоэмиссионный реактор-преобразователь	термоэмиссионный реактор-преобразователь
Тип ЭРДУ	торцевой стационарный двигатель	двигатель с анодным слоем
Удельный импульс, км/с	50	35
Рабочее тело (топливо)	Li	Bi, Xe, Ar
Мощность одного тягового модуля, кВт	до 1000	50–100
Требуемый ресурс, годы	1,45	10
Масса ЯЭДБ, т	87	87
Удельная масса, кг/кВт	4,15	16,6

3 лет, при сохранении динамических качеств двигателя, удовлетворительных для использования в околоземном космосе. Суммарный моторный ресурс энергоустановки ЯЭДБ может составить 10 лет (и более) при значении удельной массы 16,6 кг/кВт; при этих условиях высокоорбитальный буксир может совершить до 20 рейсов на геостационарную орбиту и обратно. Основные характеристики ЯЭДБ для марсианского ЭДБ (Марс-ЭДБ) и многогоразового околоземного буксира приведены в таблице 2.

В течение более 50 лет работы над проектом межпланетного корабля для полета человека на Марс прошли большую эволюцию. Многие технические решения марсианского экспедиционного комплекса отрабатывались при полетах орбитальных станций, пилотируемых и грузовых кораблей. Для обеспечения полета в РКК “Энергия” создан большой научно-технический задел по ядерным электроракетным двигателям, термозмиссионной ядерно-энергетической установке и электроракетным двигателям мощностью

в десятки и сотни киловатт. Пилотируемые комплексы и автоматические аппараты составляют единый инструментарий исследования космоса, каждое направление имеет свою нишу они дополняют и обогащают друг друга. Уникальный опыт в области пилотируемой космонавтики, в использовании термозмиссионных ядерно-энергетических установок и электроракетных двигателей позволяет разработать, как представляется, наиболее реализуемую концепцию пилотируемой экспедиции на Марс.

Информация

Пролеты “Кассини” под кольцами Сатурна

В начале 2017 г. АМС “Кассини” (запущена 15 октября 1997 г.; Земля и Вселенная, 1998, № 3, с. 48–51) приступила к серии из 22 пролетов в зоре между внутренним кольцом D Сатурна и верхушками облаков планеты, которые будут продолжаться в течение пяти месяцев (см. стр. 3 обложки, вверху). Щель между кольцами и верхним слоем атмосферы газового гиганта составляет примерно 2 тыс. км. Аппарат пролетает ее со скоростью 110–124 тыс. км/ч (30,5–34,4 км/с), на один виток уходит чуть более 6 сут. Ученые надеются, что собранные данные помогут дать ответы на давно мучающие их вопросы о происхождении колец Сатурна,

их составе и свойствах. Эти рискованные пролеты станут последним заданием станции, она закончит свое существование 15 сентября 2017 г. упав на планету-гигант. Первоначально исследования в системе Сатурна были рассчитаны на 4 года. Состояние аппарата оставалось хорошим, а сведения, получаемые с орбиты, – захватывающе интересными, поэтому полет АМС неоднократно продлевался. На сей раз, исчерпав топливо, она больше не сможет работать на орбите Сатурна.

Станция в первый раз “нырнула” 26 апреля 2017 г. под кольца Сатурна, пролетев на высоте 3 тыс. км над облаками планеты и в 300 км от края кольца D (Земля и Вселенная, 2017, № 3, с. 48–51; 2017, № 4, с. 48–51). Ввиду опасности столкновения с частицами колец (при такой скорости попадание даже крохотной крупинки в космический аппарат может оказаться

губительным для него) используется в качестве “щита” 4-м радиоантенна станции. Аналитики считают, что это маловероятно, но специалисты по управлению полетом Лаборатории реактивного движения (JPL) хотят избежать даже мельчайшего риска, поэтому “Кассини” направляют именно в этот промежуток между кольцами. Так как антенна на время пролетов не направлена в сторону Земли, радиокontakt с АМС теряется и принимается вновь лишь через 20 ч станцией Дальней космической связи NASA в Голдстоуне (штат Калифорния). Специалисты NASA называют такие пролеты грандиозным финалом всей программы.

“Кассини” присылает на Землю фотографии колец Сатурна беспрецедентного качества, а также данные, которые помогут ответить на множество до сих пор неразрешенных вопросов об истории этой планеты.

Ближние пролеты над вер-хушками облаков позво-лят с высокой точностью измерить гравитационное и магнитное поля Сатурна. Одна из главных задач – определить массу, и, соот-ветственно, возраст колец: чем больше их масса – тем выше шанс, что они суще-ствуют с глубокой древ-ности – возможно, даже являясь ровесниками са-мой планеты. Необходимо также понять параметры элементного состава ко-лец: известно, что в основ-ном они состоят из чистой воды в виде льда. Если их возраст соответствует воз-расту самого Сатурна, то почему они выглядят так “свежо” в то время, как на них постоянно обрушива-ются метеориты? Согласно одной из теорий, возраст колец совсем небольшой, так как они могут быть об-ломками ядра кометы, ко-торая слишком близко по-дошла к Сатурну и была разорвана его гравитаци-онным полем на бесчислен-ные фрагменты.

На последних пяти вит-ках перицентр орбиты “Кассини” будет достаточ-но низок для того, чтобы аппарат ненадолго входил в верхние слои атмосфе-ры Сатурна и с помощью масс-спектрографа изме-рял их состав и свойства. При входе в атмосферу по-ток набегающего газа мож-ет развернуть главную радиоантенну аппарата прочь от Земли, для ком-пенсации этой ситуации задействованы двигатели системы ориентации. На последнем витке резуль-таты измерений будут пе-редаваться на Землю в ре-жиме реального времени до тех пор, пока двигатели



АМС “Кассини” на фоне облаков и колец Сатурна. Рису-нок NASA/JPL.

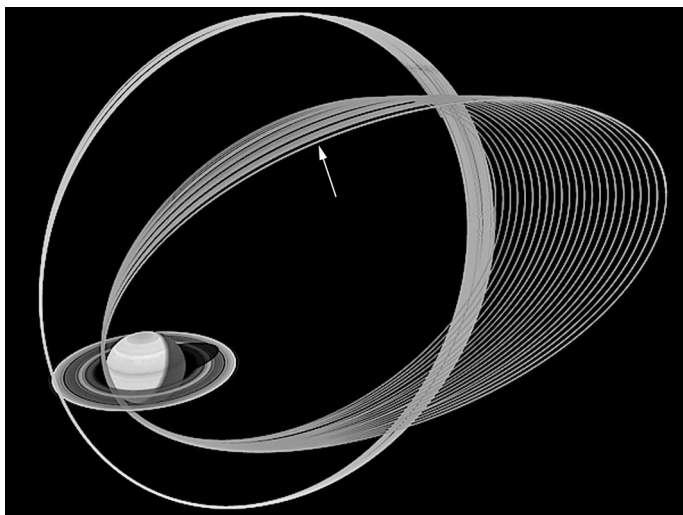
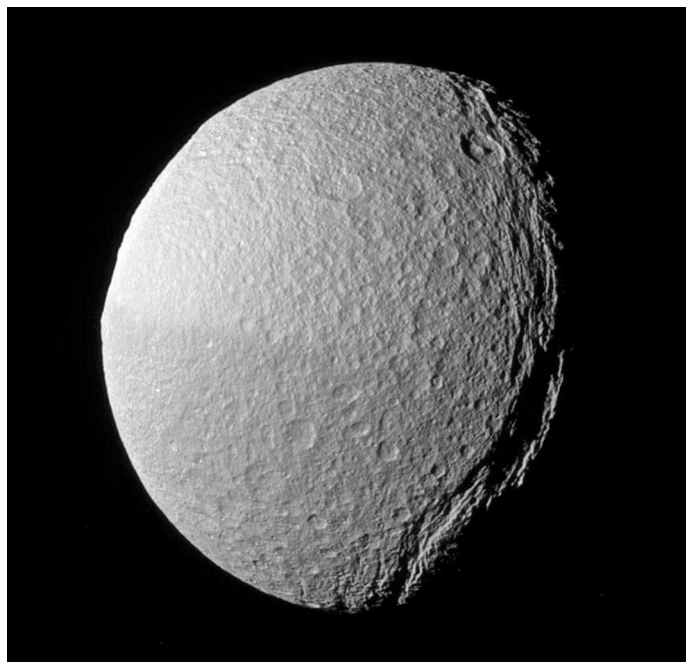


Схема “орбит, царапающих кольцо” (почти круговые) и фи-нальные орбиты (содержат 22 витка). Завершающая часть траектории АМС “Кассини” закончится падением ее в ат-мосферу Сатурна (показана стрелкой). Фото NASA/JPL.

будут в состоянии поддер-живать нужную ориента-цию станции. Ожидается, что через несколько десят-ков секунд после того, как набегающий поток отвер-нет главную радиоантен-ну “Кассини” от направ-ления на Землю, аппарат

разрушится в плотных сло-ях атмосферы.

АМС передала на Землю во время близких пролетов снимки спутников Сатурна (Земля и Вселенная, 2005, № 5). 30 января 2017 г. уз-коугольной камерой полу-чено изображение Тефии



Спутник Сатурна Тетия (диаметр 1062 км). Вблизи терминатора темной полосой тянется почти на 3/4 диаметра спутника каньон Итака шириной 100 км, глубиной 4 км. Ударный бассейн Одиссей едва виден “в профиль” на лимбе спутника, вверху слева. Снимок получен 30 января 2017 г. АМС “Кассини” с расстояния 356 тыс. км, разрешение около 2 км (север – сверху). Фото NASA/JPL.

(диаметр около 1060 км), на которой видны каньон Итака (Ithaca Chasma) и ударный бассейн Одиссей (Planitia Odysseus). Небольшие ледяные спутники, вращающиеся в кольцах или рядом с ними, удивляют своей необычной формой, напоминающей пельмень или летающую тарелку. Частицы кольца оседают на экваторе таких спутников, образуя гладкий круговой вал; слабая гравитация этих тел позволяет валу, не обрушиваясь, расти до высоты десятков километров. 12 апреля 2017 г. АМС “Кассини” пролетела на расстоянии 11 тыс. км от 30-км Атласа, вращающегося с внешней

стороны кольца А Сатурна. Поверхность спутника оказалась неровной, в центре – испещренной бороздами; по экватору Атлас окружен гладким широким валом. Отсутствие ударных кратеров на валу говорит о молодости этой структуры или о регулярных процессах обновления его поверхности.

27 ноября 2016 г. с расстояния 32 тыс. км (разрешение – 190 м) узкоугольной камерой получен снимок Энцелада ($496,6 \times 502,8 \times 513,2$ км). Обилие ударных кратеров в северной околполярной области Энцелада говорит о том, что поверхность здесь давно не обновлялась, здесь

видны многочисленные следы тектонической активности – трещины, разломы; кратеры с затопленным дном, их форма искажена подвижкой ледяных блоков. В 2005 г. станция обнаружила вблизи южного полюса Энцелада фонтаны из частиц водяного льда и пара, извергающиеся в космос из параллельных трещин – “тигровых полос” (Земля и Вселенная, 2006, № 1, с. 101–105; 2006, № 4, с. 110–111). В недрах спутника присутствует глобальный океан горячей воды. Анализ снимков “Кассини” привел к неожиданным результатам – все формы рельефа возникли не там, где следовало бы. В частности, “тигровые полосы” и три крупные низменности на Энцеладе должны были появиться в экваториальных, а не в приполярных регионах. Расчеты показывают, что подобные аномалии можно объяснить тем, что ось вращения Энцелада в далеком прошлом была повернута на 55° в результате столкновения с крупным телом. Когда это произошло, Энцелад стал временно нестабильным и ось его вращения начала “шататься”, меняя положение на протяжении достаточно долгого времени; эти явления создали особый узор на поверхности. Упавшее небесное тело пробило ледовую оболочку спутника, в результате возникли гейзеры и другие следы внутренней активности, что объясняет различия в облике полюсов. На основе данных “Кассини”, ученые JPL составили карту полушарий Энцелада с областями, где есть

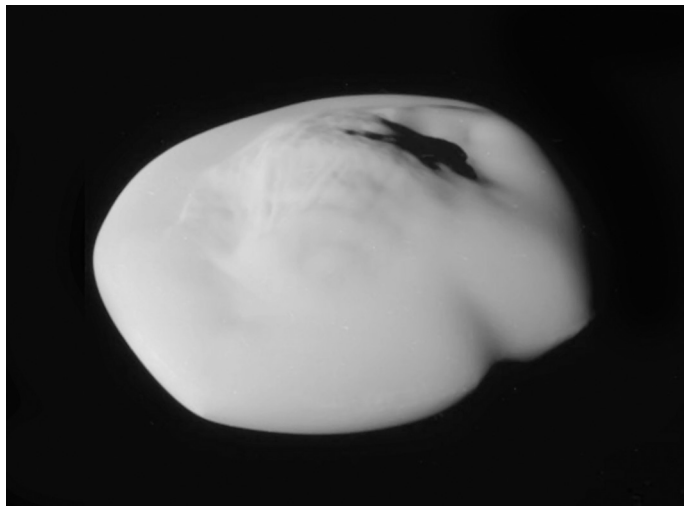
“тигровые полосы” (см. стр. 3 обложки, внизу).

Двигаясь по орбитам, “царапающим кольцо”, “Кассини” периодически пролетает мимо небольших ледяных спутников Сатурна, называемых еще “спутниками-пастухами”. 18 декабря 2016 г. передан снимок высокого разрешения, сделанный во время третьего витка, когда станция сблизилась на расстояние 40,5 тыс. км с крошечным “спутником-пастухом” кольца F – Пандорой (64 × 80 × 103 км), входящей в резонанс со 100-км Прометеем. Отличительная особенность Пандоры – неправильная, вытянутая форма и два больших кратера диаметром около 30 км, ее ледяная поверхность – пористая.

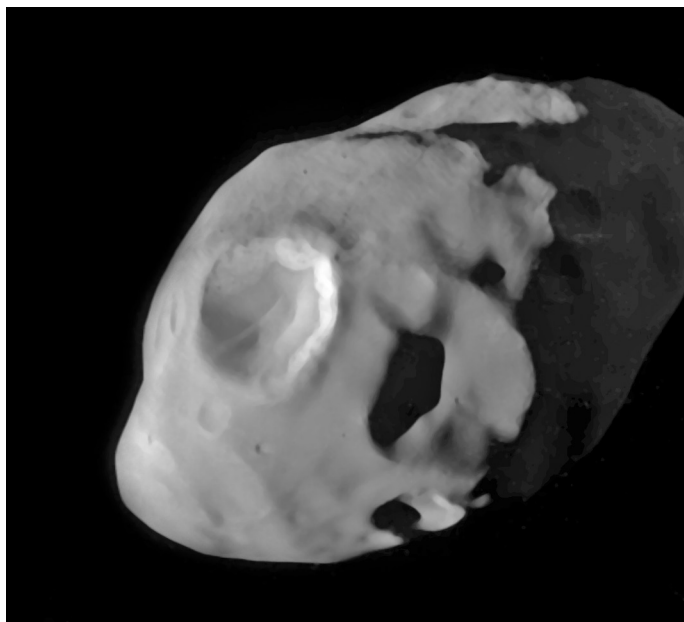
13 июня 2017 г. АМС “Кассини” сделала последние снимки Япета, находясь на расстоянии приблизительно в 2,6 млн км от спутника и совершая свои завершающие миссию “нырки” между Сатурном и его кольцами. На них хорошо заметно темное пятно – “регион Кассини”, у полюсов можно увидеть крупные кратеры и странную “борозду” в районе экватора.

В девятый раз станция нырнет в пространство между атмосферой планеты-гиганта и ее кольцами 17 июня 2017 г. Пока станция будет совершать этот виток, она будет пытаться запечатлеть полярные сияния в Северном полушарии Сатурна, проведет изучение химического состава его колец и сфотографирует их “изнутри”.

*Пресс-релизы NASA/JPL,
18, 26 апреля, 3, 31 мая,
6 и 13 июня 2017 г.*



Маленький спутник Атлас (рамер 30 км), имеет неправильную форму. Его поверхность имеет борозды, в центре – холм и впадина, по экватору располагается гладкий широкий вал. Яркие точки и штрихи – следы влияния на камеры станции космических лучей и заряженных частиц из магнитосферы Сатурна. Снимок получен 12 апреля 2017 г. АМС “Кассини” с расстояния 11 тыс. км. Фото NASA/JPL.



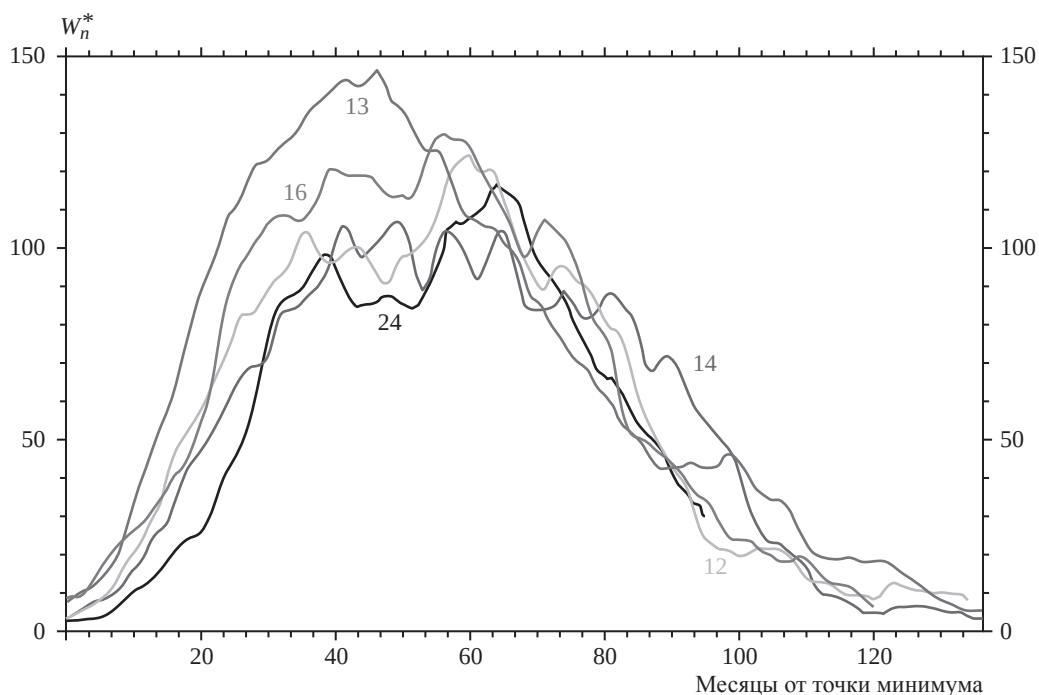
“Спутник-пастух” кольца F Сатурна Пандора. На ее поверхности заметны два крупных ударных кратера. Снимок получен 18 декабря 2016 г. АМС “Кассини” с расстояния 40,5 тыс. км, разрешение – 240 м. Фото NASA/JPL.

Солнце в апреле–мае 2017 г.

Солнечная пятнообразовательная активность в эти месяцы продолжала постепенно падать, меняясь от среднего до очень низкого уровней; количество беспятенных дней в 2017 г. достигло 38. Всего же на ветви спада (с апреля

2014 г.) текущего, 24-го цикла солнечной активности, число беспятенных дней достигло 71. Число групп пятен на видимом диске Солнца в эти месяцы менялось от 4 до 0. Все они были небольшими и спокойными. Из 14 групп солнечных пятен

10 появились в Северном полушарии. Кривая роста сглаженных за год значений относительного числа пятен продолжает уверенно идти на спад, но находится в пределах изменений 12-го и 16-го солнечных циклов. Текущие

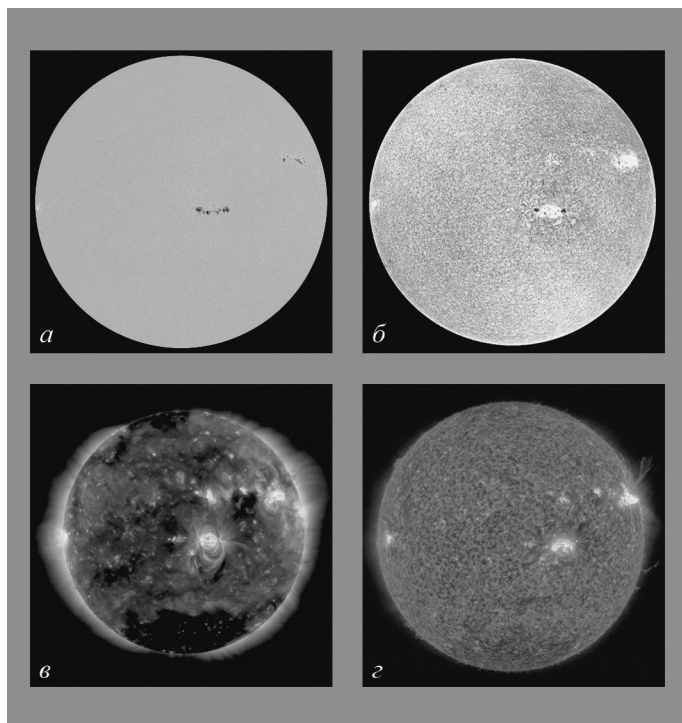


Ход развития (94 месяца) текущего, 24-го цикла солнечной активности, среди достоверных (с 1849 г.) низких и среднего (13) солнечных циклов. W^* — сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен в новой системе, которая введена с 1 июля 2015 г. Высота текущего солнечного цикла в новой системе $W_n^* = 116$ против $W^* = 82$ в старой.

среднемесячные значения чисел Вольфа (мы, как и Служба состояния околоземного пространства – www.swpc.noaa.gov, будем придерживаться старой, классической системы) $W_{\text{апр.}} = 19,6$ и $W_{\text{май}} = 11,3$. Сглаженное значение этих индексов в октябре и ноябре 2016 г. составили $W^* = 18,5$ и $W^* = 17,9$ соответственно.

В первые 6 сут апреля пятнообразовательная активность оставалась на среднем уровне, с 8 по 19 апреля – на очень низком; до конца она месяца менялась от среднего до очень низкого уровня. Максимальное ежедневное значение относительных чисел солнечных пятен отмечено **3 апреля ($W = 95$)**, максимальное – 8, 16 и 17 апреля ($W = 0$). Высокий уровень вспышечной активности с большими вспышками (M5.3, M5.7 и M5.8/2N) наблюдался 2 и 3 апреля в приближающейся к западному лимбу большой группе пятен Северного полушария. Средний уровень формально зарегистрирован 1 апреля (вспышка балла M4.4/1F) в той же группе пятен. Низкий уровень вспышечной активности (вспышки рентгеновского балла C) наблюдался 4–8 и 17–18 апреля, в остальные дни уровень оставался очень низким.

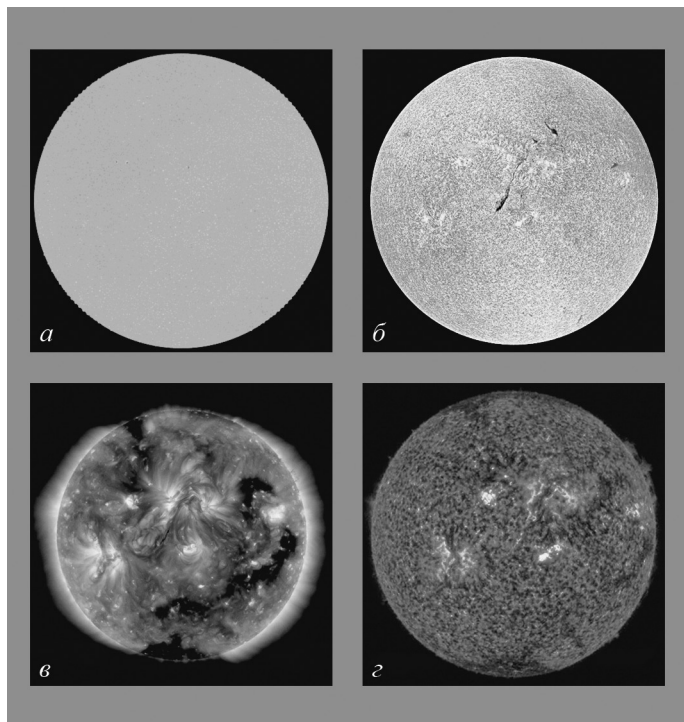
Выбросы солнечных волокон (17 событий) наблюдались 3, 9, 11, 13, 19,



Солнце 2 апреля 2017 г.: а – фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б – в самой сильной линии водорода H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в – в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г – в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$); на снимке в правой верхней части солнечного диска видна большая вспышка рентгеновского класса M5.7. Космическая солнечная обсерватория “SDO” и наземная обсерватория Big Bear (H_{α} – <http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).

20 (4), 21 (3), 23 (4) и 24 апреля. Коронаграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 47 корональных выбросов вещества разной интенсивности, из которых 2 были II типа (угловая ширина 90° – 180°). Два семейства рекуррентных корональных дыр, связанных с приполярными корональными дырами, доходили до приэкваториальных

широт и одна независимая корональная дыра Северного полушария проходила по видимому диску Солнца. Высокоскоростные потоки от них стали источниками геомагнитных возмущений. На средних широтах Земли отмечены три малые магнитные бури: 8–9, 19–20 и 21–24 апреля. Всего же в геомагнитном поле зарегистрировано 8 возмущенных дней.



Солнце 22 мая 2017 г.: а – фотосферы в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б – в самой сильной линии водорода H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в – в линии крайнего ультрафиолета $Fe\ XII$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г – в линии крайнего ультрафиолета $He\ II$ ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Космическая солнечная обсерватория “SDO” и наземная обсерватория “Big Bear” (H_α – <http://spaceweather.com>).

На геостационарных орбитах очень высокий поток ($> 10^7$ частиц/м²) релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ зарегистрирован 1–4, 10–16, 17–18 и 21–30 апреля.

В **первую декаду мая** уровень пятнообразовательной активности Солнца был низким, подготавливая семидневный период Солнца без пятен (9–15 мая). До 20 мая и после 23 мая уровень

пятнообразовательной активности все еще оставался на низком, с 21 по 23 мая – среднем. На видимом диске Солнца наблюдалось от 4 до 0 небольших групп солнечных пятен, 5 из которых локализовалась в Северном полушарии, а 2 – в Южном. Минимальное наблюдаемое относительное число солнечных пятен отмечено 9–15 мая ($W = 0$), минимальное – **22 мая** ($W = 56$). Вспышечная

активность весь месяц оставалась на очень низком уровне. Выбросы солнечных волокон (11 событий) наблюдались 1, 2, 3 (3), 9, 14 (2), 15, 22 и 25 мая. Коронаграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали больше 23 корональных выбросов вещества разной интенсивности, один был типа “частичное гало II” (угловая ширина 90° – 180°). В мае наблюдались те же рекуррентные семейства корональных дыр и два вновь образовавшихся корональных дыры. В геомагнитном поле отмечена малая магнитная буря 20 мая (прохождение высокоскоростного потока от корональной дыры) и большая 27–28 мая, как следствие выброса большого солнечного волокна 22 мая. Всего за месяц было отмечено 3 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах очень высокий поток ($> 10^7$ частиц/м²) релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ наблюдался с 1 по 5 мая и с 20 по 27 мая.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН
ГЦ РАН

Джон Гершель

(К 225-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Джон Фредерик Вильям Гершель (John Frederick William Herschel) – английский астроном и физик родился 7 марта 1792 г. (в Англии еще долгое время действовал старый юлианский стиль календаря) в Слау (тогда пригород Лондона) и был единственным сыном великого английского астронома Вильяма Гершеля (1738–1822; Земля и Вселенная, 2008, № 6). Унаследовав от отца те же энтузиазм, неутомимость и целеустремленность наблюдателя,

он, кроме того, справедливо приобрел еще и славу выдающегося просветителя, стремившегося и умевшего доступно показать философское значение овладения естественно-научными знаниями, а в области астрономии всю необъятность этой великой науки о Вселенной¹.

Такие выдающиеся естествоиспытатели XIX в., как Чарльз Дарвин (1809–1882), Майкл Фарадей (1791–1867) и Джон Тиндаль (1820–1893), даже будущий знаменитый философ и экономист Джон Стюарт Милль (1806–1873) были вдохновлены на собственные исследования его глубокими размышлениями в сочинении “Предварительные рассуждения об изучении натуральной философии” (1830)². Двенадцать изданий выдержала и принесла ему всемирную известность и его книга “Контур, очертания, или даже горизонты астрономии” (1849), переведенная на многие языки, включая арабский и китайский³. В двух томах (1861,



Джон Гершель – баронет, член Лондонского королевского общества, 1846 г. Картина художника Г. В. Пикерсгилла.

¹Его достойным продолжателем на этом пути стал не менее знаменитый просветитель-энтузиаст Камилл Фламарион (1842–1925; Земля и Вселенная, 1967, № 2; 1992, № 1).

²Так называли тогда физику, но понимать это можно было шире – как вообще естествознание. Сочинение было переведено на французский, немецкий и итальянский языки, в 1868 г. вышел и его русский перевод (см. ниже).

³Эти и другие детали из биографии Дж. Гершеля почерпнуты из статей: E. Shorland. The last of the Philosophers Sir John Herschel, bart, 1792–1871 // Journ. of the British Astronomical Association. 1973. V. 83. № 5. P. 335;



Дом В. Гершеля в Слау (тогда пригород Лондона), где родился и жил Дж. Гершель. Фото начала XX в.

1862 г. она вышла и в русском переводе, сделанным с ее 6-го издания 1859 г. А. Н. Драшусовым¹ (хотя и под менее точным, сужающим ее смысл, названием “Очерки астрономии”).

Не отличавшийся крепким здоровьем (всю жизнь его мучил рано заработанный бронхит) и, видимо, “бойцовскими” качествами среди школяров, Джон, отданный в 8 лет в гимназию,

(Неизвестный автор К.Ц.) Сэр-Вильям и Каролина Гершель. Биографический очерк // Русский вестник, 1877. Т. 128. С. 263; С.А. Lubbock. The Herschel chronicle... и т.д. (1933), а также из книги автора настоящей статьи “Вселенная Гершеля”. М.: Наука, 1966.

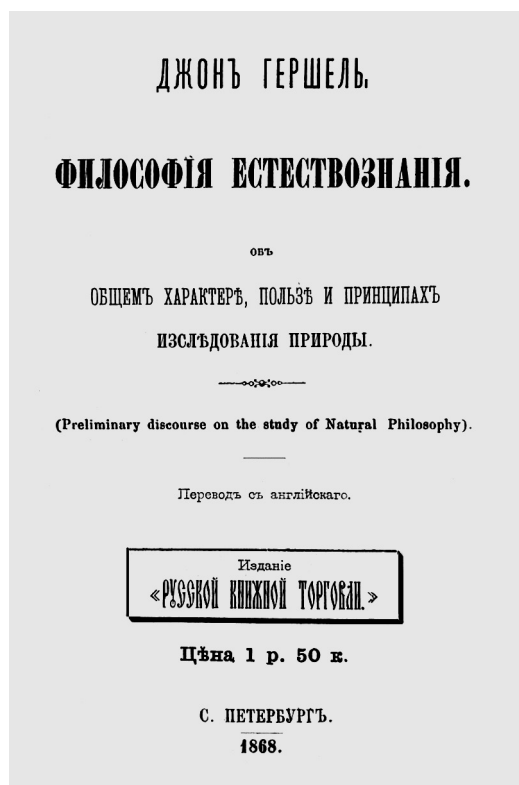
О Дж. С. Милле – см. его биографию в интернете. Философские идеи Дж. Гершеля Милль развил в своем основном труде “Система логики” (1843) – о взаимоотношении в познании рационализма и интуиции, индуктивного и дедуктивного методов.

¹Александр Николаевич Драшусов (1816–1890) – астроном и литератор, в 1844–1855 гг. – директор университетской обсерватории на Пресне в Москве (Земля и Вселенная, 2016. № 4).

уже вскоре был переведен родителями на домашнее обучение под руководством наставника. Он не только получил всестороннее домашнее образование, включавшее математику, музыку, изучение древних и новых языков, но с детства имел перед собой еще и пример отца – неутомимого астронома-наблюдателя и конструктора, открывшего миру Вселенную звезд и загадочных тогда туманностей, в которых он видел новые и новые звездные вселенные. В отличие от старшего Гершеля, шедшего путем самообразования, Джон прошел затем серьезную математическую подготовку в Кембриджском университете (1809–1813), где проявил незаурядный математический талант. На ранних курсах он составил задачник по высшей математике.

Первая научная работа Джона Гершеля “Некоторые замечательные приложения теоремы Котеса”², 1812) при-

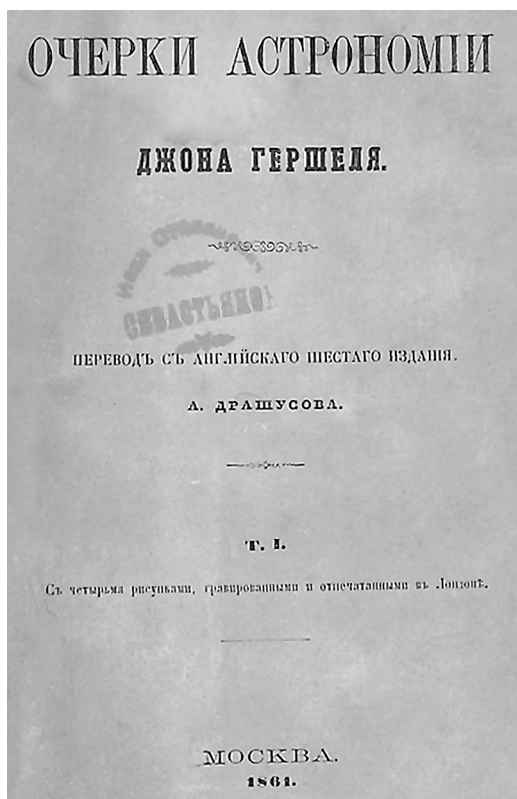
²Роджер Котес – английский математик, родился в 1682 г. в Бурбахе (графство Лестершир), учился в Линкольне, Лондоне и Кем-



Титульный лист русского перевода первой книги Дж. Гершеля "Философия естествознания...", 1868 г. (с английского оригинала 1831 г.).

несла ему (в 20 лет!) членство в Лондонском королевском обществе. Его вторая научная работа "Рассмотрение различных пунктов (математического) анализа" ("Considerations of various Points of Analysis", 1814) также была посвящена высшей математике.

бридже; с 1706 г. – профессор астрономии и экспериментальной физики в Кембридже, скончался в 1716 г. Его именем названа (доказанная им) теорема в интегральном исчислении (теорема Котеса, или формулы Котеса, Cotesische). Он опубликовал 2-е изд. "Принципов" ("Математические начала натуральной философии", 1713) Ньютона. Его собственные труды и трактаты были опубликованы в Кембридже лишь в 1772 г.



Титульный лист русского перевода книги Дж. Гершеля "Очерки астрономии", том I, 1862 г. (с английского оригинала 1849 г.).

Однако, в отличие от предельной целеустремленности старшего Гершеля – не только астронома, но и глубокого философа Космоса – младший Гершель по духу своему был скорее ближе к Р. Гуку (1635–1703), его научные интересы и увлечения были невероятно разнообразны и широки; не ограничиваясь естествознанием. Джон подумывал сначала о карьере юриста... Но встреча в Лондоне (где он жил некоторое время после окончания университета) с выдающимся и также многосторонним естествоиспытателем В. Волластоном¹, посещение лекций

¹Вильям Хайд Волластон (1766–1828) – английский ученый и изобретатель-конструктор.



Джон Гершель – студент Кембриджского университета (1809–1813).

знаменитого химика и физика Гемфри Дэви (1778–1829) решили его судьбу поиную. Вскоре после окончания университета математика в его предпочтениях уступила место физике и химии (где также проявились его незаурядные способности, как мы увидим ниже).

А пока все более явственная необходимость помогать отцу, заставила Джона в 1816 г. (в 24 года) возвратиться в Слау и включиться в астрономические наблюдения 78-летнего В. Гершеля на его главном рабочем инструменте – 20-футовом рефлекторе с полуметровым объективом.

В физике, независимо от И. Риттера, открыл УФ-излучение (1801) и химическое действие электрического тока (1802); в химии – элементы палладий (1803) и родий (1804); в астрономии изобрел щелевой спектроскоп и открыл первые шесть темных линий в спектре Солнца (1802). Член Лондонского королевского общества (1793) и Парижской АН (1802). См. Храмов Ю.А. Физики. Биографический справочник. М.: Наука, 1983.

Напомним, что наблюдения на нем велись с высокой открытой площадки – стоя у верхнего конца 6-м трубы телескопа. Свои наблюдения В. Гершель неустанно продолжал в течение почти четырех десятилетий, но к этому времени, как с горечью отмечала его преданная и самоотверженная помощница – младшая сестра Каролина, его здоровье стало сдавать... Для слабого здоровья Джона такие наблюдения были, очевидно, так же непростым делом. Он включается, кроме того, в изготовление, шлифовку зеркал для рефлекторов особым методом В. Гершеля. Позднее, в 1839 г., Джон написал Д. Ф. Араго (1786–1853; Земля и Вселенная, 1989, № 4), посетовавшему на то, что этот уникальный метод утрачен: *“Следуя в точности правилам, оставленным моим отцом, и пользуясь его инструментами, я успевал отполировать в один день с полным*



20-футовый рефлектор В. Гершеля в Слау – главный инструмент и для Дж. Гершеля в Южной Африке. Гравюра XIX в.

успехом и без всякой посторонней помощи, три Ньютоновских зеркала около 19 английских дюймов в диаметре". Впрочем, в первые годы в Слау Дж. Гершель не отказывает себе в путешествиях в континентальную Европу, где его особенно пленил Париж – тогда едва ли не главный центр не только европейской культуры, прогресса в философии и социологии, но и науки. В Париже Джон встречается в 1819 г. с П. С. Лапласом (1749–1827), Ж. Б. Био (1774–1862), с лидером французских математиков С. Ф. де Лакуа (1765–1843). Великий П. С. Лаплас – один из создателей небесной механики и автор первой полной эволюционной планетной космогонической гипотезы, выражает при встрече с ним свое восхищение звездно-космогоническими идеями его отца, на которые он опирался сам при развитии своей ранней гипотезы (1796) во втором издании своего сочинения "Система мира" (1813). По сравнению с Парижем и где ключом была научная жизнь, скрещивались мнения в философских спорах, размеренная холодная жизнь науки в Лондоне представляется Джону скучной рутинной, а Лондонское королевское общество настолько охладевшим к астрономии, что он выступает одним из инициаторов создания специализированного Лондонского королевского астрономического общества – (1820). Еще раньше, будучи в магистратуре университета, он под влиянием работ де Лакуа вместе со своим другом участвует в создании Аналитического (математического) общества.

В эти годы Джон Гершель проявляет себя талантливым химиком и становится одним из основоположников совсем нового "искусства" – "создания картин без участия рук художника", которому и дает название "фотография". В 1819 г. он открывает способ сохранять (закреплять) изображение, получаемое с помощью камеры-обскуры на пластинке, покрытой солями серебра,

обрабатывая ее тиосульфатом (или гипосульфитом; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Малоизвестные и весьма знаменательные факты об этой стороне деятельности Дж. Гершеля приведены в вышеупомянутой статье о нем 1973 г. (см. ссылку на с. 49). В начале 1830-х гг., по рассказу его жены, при посещении их дома знакомым семье художником Ф. Тальботом Джон продемонстрировал найденный им способ закрепления фотоснимка на бумаге – над чем безуспешно бился Ф. Тальбот. Джон раскрыл ему свой секрет, а расторопный художник поспешил запатентовать новый способ, даже не упомянув о роли в этом Дж. Гершеля. Вернувшись к проблеме позднее, в 1839 г., после того, как он случайно узнал о первых опытах Л. Ж. Дагерра по получению (однако каждый раз в единственном экземпляре) позитивных отпечатков изображений, Дж. Гершель уже спустя несколько недель нашел современный двухступенчатый способ размножать отпечатки с полупрозрачных стеклянных негативов, сделав таким образом фотографию "предметом коммерции". Ему принадлежит введение терминов "негатив", "позитив", "фотография" и (фотографический) "снимок". (В истории фотографии такой двухступенчатый процесс их получения обычно связывается лишь с именем Ф. Тальбота, независимо открывшего его позднее.) Джон Гершель изобретает и новый фотографический процесс – цианотипию¹; ему же принадлежит первый опыт получения цветного снимка (который, однако, не удавалось закрепить). Но, по-видимому, для самого Дж. Гершеля все это было лишь одним из побочных следствий его многочисленных занятий в области химии

¹Способ получения штриховых изображений (чертежей) с помощью светочувствительных материалов; основан на способности солей железа (Fe III) восстанавливаться под действием света до (Fe II). См. БСЭ, 3-е изд., 1978 г.

и физики. Так, в последней он исследовал интерференцию звука, изучал новое явление поляризации света. Его статьи о свете и звуке в Британской Энциклопедии (*"Encyclopaedia Metropolitana"*, 1830) признаны классическими. Еще раньше он разработал математическую теорию создания сложных двухслойных линзовых объектов для рефракторов из разных сортов стекла с целью уменьшения в них сферической и хроматической аберраций. Возможно, именно с этим было связано присуждение ему Премии им. Лаланда по астрономии от Парижской академии наук (1825).

Уже с ранних лет Дж. Гершель стал проявлять и свой талант популяризатора науки, начав со статей по физике для энциклопедий. Именно эта сторона его деятельности – талантливое просветителя с философским осмыслением проблем развития знаний – принесла ему такую широкую, всемирную известность, что даже многие открытия его отца стали приписывать в истории науки Джону, вплоть до... открытия инфракрасных лучей в спектре Солнца (в 1800 г., когда ему было всего 8 лет!)¹. То же было и в отношении некоторых открытий в астрономии, как мы увидим ниже.

Можно полагать, что такая разносторонность в научных увлечениях и исследованиях, активное участие в организации науки в Англии (в создании научных обществ, в работе Совета Лондонского королевского общества), любовь к путешествиям в стремлении к непосредственному знакомству с научной жизнью других стран Европы и встречам с выдающимися учеными – все это сказалось и на личной жизни Дж. Гершеля. Если его знаменитый отец, также целиком погруженный в науку (но в высшей степени

целенаправленно) только в 50 лет решился на женитьбу, то и его сын создал семью лишь в 37 лет (1829) спустя семь лет после кончины отца, наблюдательную деятельность которого он целиком принял на себя с 1825 г. В жены он выбрал старшую дочь из шести детей шотландского ученого и богослова из Эдинбурга Маргарет Броди Стюарт (1810–1884), которая, будучи на 18 лет его моложе, благодаря своему благочестивому воспитанию, мягкому характеру, такту и, как пишут биографы ученого, особым организаторским способностям, умеряла порой эксцентричный характер Джона и сделала их семейную жизнь спокойной и счастливой. В отличие от старшего Гершеля его сын стал отцом многочисленного семейства: на склоне лет его окружали сын и восемь дочерей, а в годы наибольшего расцвета семьи в состав его обширного семейного дома входило более тридцати человек, включая 12 детей, двух гувернанток и множество слуг².

После первого своего возвращения в Слау Дж. Гершель начал с поисков и изучения двойных и кратных звезд – новых физических систем, открытием которых (1803) его отец доказал действие всемирного тяготения и в мире звезд. В этом Джон шел нога в ногу со своим другом и ровесником Фридрихом Вильгельмом (Василий Яковлевич в России) Струве (1793–1864). Каждый из них открыл до 3 тыс. новых кратных звездных систем. Дж. Гершель был не только их наблюдателем. В Интернете можно прочитать, что “из теоретических работ Дж. Гершеля по астрономии известен его весьма изящный и практичный способ вычисления орбит двойных звезд, вошедший во все учебники астрономии”, и что, “обработав движение спутника звезды γ Virginis (двойная в созвездии Девы), он имел счастье еще при жизни убедить-

¹ См. в интернете статью “Джон Гершель”. Ее авторы спутали действительные измерения Дж. Гершелем теплоты, получаемой Землей от Солнца.

² Впрочем, и в семье деда Джона было шестеро детей: четыре сына (третьим из них был Вильям) и две дочери.

ся в точности своих вычислений, так как спутник следовал по пути, им предсказанному". Всего он вычислил орбиты пяти двойных звезд. Но постепенно основным объектом наблюдений и открытий и для Дж. Гершеля становятся все еще загадочные тогда туманности.

С начала 1830-х гг. научная деятельность Дж. Гершеля на многие годы целиком сосредоточилась на астрономии. Его главной целью становится выполнение обещания, данного отцу: исследование неба южного полушария. Для продолжения дела всей жизни В. Гершеля Джон в 1833 г. со всем начавшим расти семейством, с любимым астрономическим инструментом отца – 20-футовым телескопом и небольшим рефрактором – уезжает в Южную Африку на Мыс Доброй Надежды (Cape of Good Hope, тогда Капская колония Англии) и там, под Кейптауном, устраивает свою небывалую для этих мест по оснащенности частную обсерваторию¹. Здесь в течение пяти лет он проводит такие же плодотворные обзоры "вычерпывания неба" (термин В. Гершеля), какие провел его отец в северном полушарии². Но у него нет такого помощника, каким была для В. Гершеля младшая сестра Каролина, все наблюдения он проводит лишь с помощью одного технического работника. Этот огромный наблюдательный труд

¹В 1820 г. на Мысе Доброй Надежды в Капской колонии Англии уже была создана небольшая государственная Королевская астрономическая обсерватория (ныне Южно-Африканская), на которой велись наблюдения звезд, и была создана Служба Солнца.

²Как писала автор статьи в 1973 г., в пасмурную погоду Джон в качестве отдыха исследовал страну и собирал вместе со своей семьей коллекцию местных растений. Непременными посетителями гостеприимной семьи Гершелей бывали многие важные пассажиры, когда парусники на пути в страны Дальнего Востока заходили в Кейптаунский порт, чтобы пополнить запасы провизии и свежей воды.

Дж. Гершель завершает в 1838 г. и возвращается на родину³. Но и здесь он единолично обрабатывает полученный огромный наблюдательный материал, что заняло целое десятилетие, а 20-футовый телескоп был навсегда упрятан в сарай. Продолжая наблюдать отдельные звезды, Дж. Гершель за это время открывает три переменных (α Ori, 1836; α Hyd, 1837 и η Cyg, 1842 г. Его отец – две: μ Ser, 1782 и α Her, 1795 г.) и в своей книге 1849 г., быть может, впервые знакомит европейцев с описанием переменных в древнекитайских летописях, где была упомянута и "новая" Гиппарха 134 года до н.э.

В 1847 г. в Лондоне выходит его главный научный труд с обширным введением "Результаты астрономических наблюдений, сделанных в течение 1834–1838 гг. на Мысе Доброй Надежды, ставший завершением телескопического обзора всего видимого неба, начатого в 1825 г. Дж. Гершелем". Он еще успел порадовать им Каролину Гершель (1750–1848) в далеком Ганновере, куда она возвратилась сразу же после смерти горячо любимого брата, которому посвятила всю жизнь. Каролина не чаяла души и в племяннике, готова была помогать и ему, не оставь ее силы и здоровье, и теперь, на 97-м году, жила лишь его успехами. К знаменитым каталогам скоплений и туманностей (свыше 2,5 тыс.), открытых его отцом, Дж. Гершель добавил почти столько же новых (2307) и составил первый Общий (генеральный)

³Между тем широкая известность Кейптаунской обсерватории Дж. Гершеля даже породила забавную публикацию: один бойкий автор сочинил целую книжку о том, как знаменитый астроном Дж. Гершель якобы наблюдал в свои большие телескопы лунных... животных и даже жителей и детально описал их внешность! Книжка появилась и в русском переводе. Сам Дж. Гершель, не лишенный чувства юмора, лишь посмеялся над этими выдумками.

каталог скоплений и туманностей – GC (1864 г.). Изучая южное небо, он особенно подробно проследил по созвездиям и описал в двух обзорных астрономических книгах (1838 г. и 1849 гг.) сложную картину Млечного Пути и высказал свои предположения о его устройстве. Дж. Гершель представлял его уплощенным пластом звезд (в духе первых выводов о нем В. Гершеля) и также считал его раздвоенным с некоторого места (на деле такой эффект создавало скопление поглощающей материи в экваториальной части Галактики), близ которого он и помещал Солнечную систему. В свое время ставшая сенсацией линзообразная Галактика В. Гершеля – иллюзорный (но оказавшийся в принципе верным!) результат его первых звездных “черпков” (1785) – ушла в прошлое: Галактика для позднего В. Гершеля (1817) оказалась бездонной. Новыми в этой картине стали допущения Дж. Гершеля о том, что бездонный в длину наш звездный слой – Млечный Путь достаточно тонок по толщине и мы уже достигаем его границ¹. Он ошибочно допускал при этом, что Галактика в целом может представлять собою кольцевой слой звезд, полый внутри². Но главное,

¹ Не могло ли это быть проявлением того, что мы находимся в одной из спиральных ветвей Галактики?..

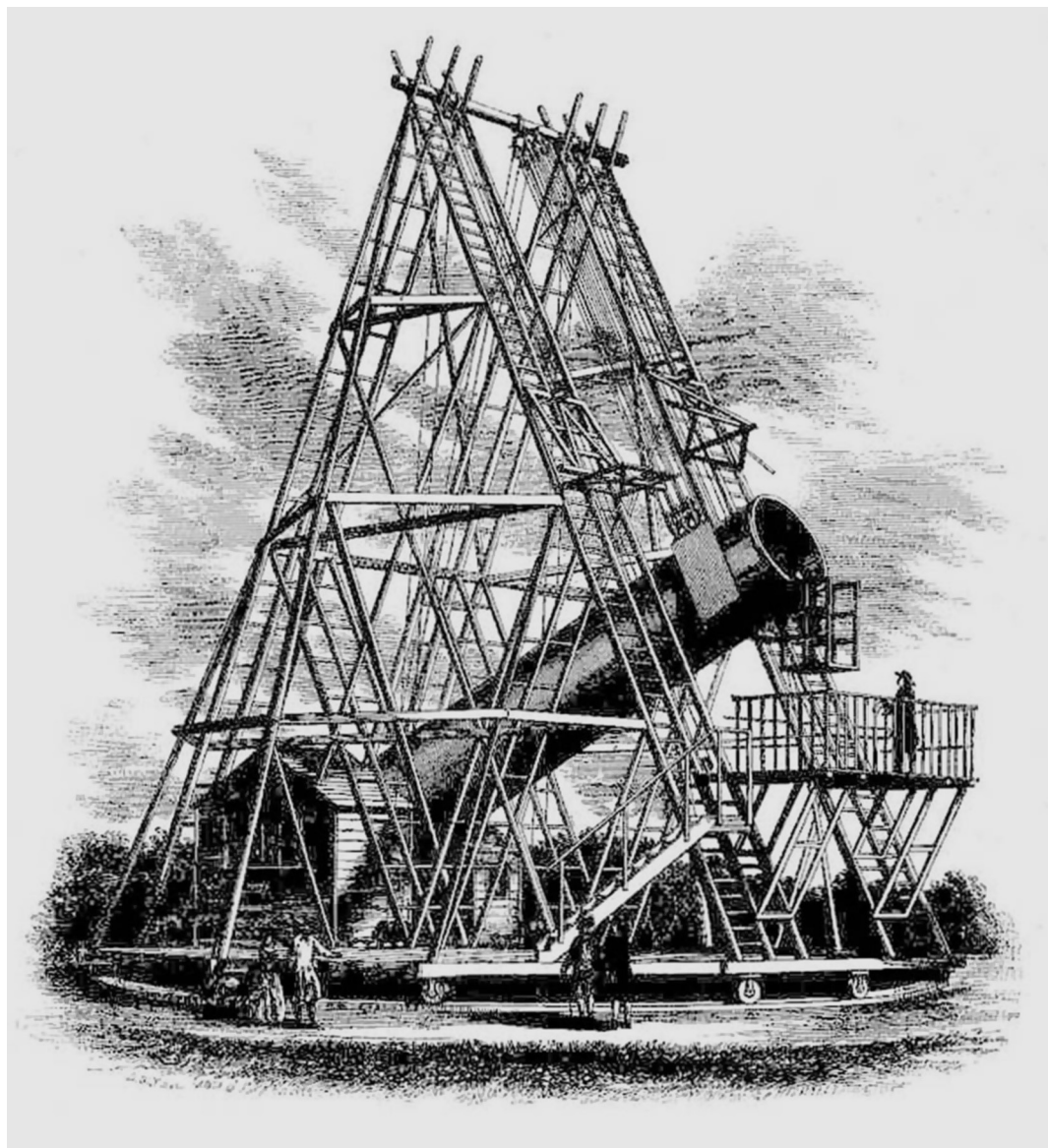
² Не сыграло ли здесь роль расположение Солнечной системы в экваториальной части Галактики, набитой поглощающей материей, из-за чего отдельные звезды в ней быстро “гаснут”, становясь невидимыми для нас, тогда как суммарный блеск общего массива звездного населения Галактики “пробивает” эту пылевую “завесу”, вызывая иллюзию светлого кольца Млечного Пути? Вместе с тем и Дж. Гершель (подобно Ф. В. Струве, 1847) отметил, что при приближении к Млечному Пути плотность звезд возрастает. Кстати, Дж. Гершель еще традиционно считал Млечный Путь идущим по большому кругу сферы, тогда как критикуемый им Ф. В. Струве уточнял – по некоторому малому кругу – уловив таким образом расположение Солнца: не точно в экваториальной плоскости Галактики.

наблюдая особую яркость звезд Млечного Пути в южной полусфере неба, Дж. Гершель впервые на этом наблюдательном основании сделал вывод об *эксцентрическом расположении Солнечной системы в Галактике* – правда, ошибочно посчитав ее расположенной ближе к южной части Млечного Пути (с точки зрения земного наблюдателя). Там же он впервые детально исследовал и описал форму и структуру Магеллановых облаков, пытаясь определить и их состав. По сложности их структуры, богатству и разнообразию объектов он сравнивал их со всей видимой нами звездной Вселенной (и был недалек от истины... Но до открытия того, что это две наши ближайшие соседки – другие, хотя и меньших размеров и не правильные – самостоятельные галактики, оставалось еще более 75 лет).

В Слау, куда Дж. Гершель возвратился из Африки, его ожидала грустная картина: возле старого дома отца медленно доживал свой век гигантский каркас, который поддерживал 40-футовую трубу телескопа. Джон сделал на стекле самую раннюю известную фотографию этого знаменитого сооружения – прежде чем оно было демонтировано.

Джон Гершель занимался также педагогической и литературной деятельностью. Перед отъездом из Южной Африки он, по просьбе местных властей, разработал план образовательной системы для Капской колонии. Его план предполагал, в частности, улучшение положения учителей: он считал необходимым поднять их статус – от отношения к ним едва ли не как к слугам до уровня офицеров армии и флота (вдвое увеличив их зарплату и обеспечив пенсии). Этот план и был принят в качестве основы Капского образовательного устава. В Англии, помимо обработки своих южных наблюдений, главной для Дж. Гершеля становится литературная деятельность, принесшая ему мировую известность.

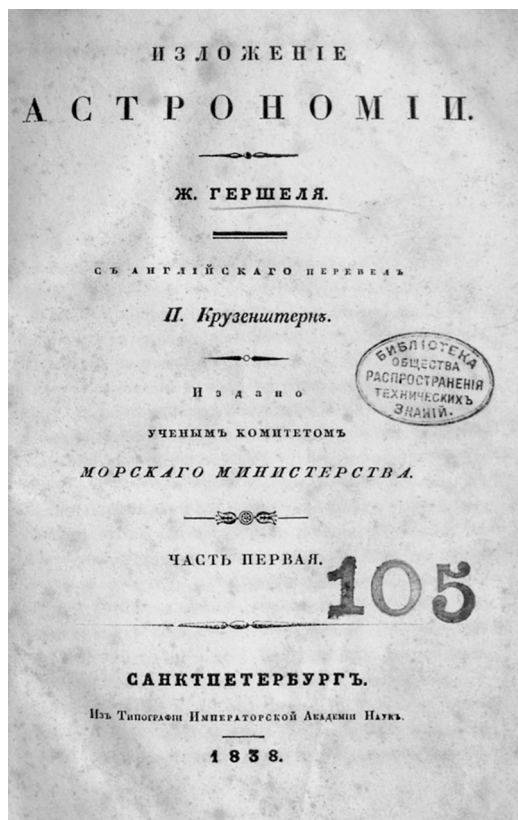
Еще в Южной Африке он составил свое “Изложение астрономии”.



40-футовый рефлексор В. Гершеля. Гравюра с первой фотографии инструмента, сделанной Дж. Гершелем на стекле после возвращения в 1838 г. из Южной Африки перед демонтажем телескопа.

В 1849 г. вышла его фундаментальная книга «Очерки астрономии» в двух томах. Первая – полный учебный курс астрономии, изданный уже в 1838 г. и в русском переводе лейтенанта флота П. И. Крузенштерна, сына знаменитого адмирала, под попечительством Ученого комитета Морского

министерства России. О ней его председатель А. В. Голенищев-Кутузов писал: «... сочинение Гершеля, объемля всю астрономию, изложено особенным образом, учебным и умозрительным; в рассуждениях и замечаниях своих Гершель – весьма ясно преподающий наставник и вместе с тем



Титульный лист рус. перевода книги Дж. Гершеля «Изложение астрономии». 1838 г.

человек глубокомыслящий». Вторая всеохватная картина состояния астрономии знакомила читателя с новейшими достижениями и открытиями, в том числе ирландского астронома и телескопостроителя В. Парсонса (1800–1867)¹, а также с видевшимися автору перспективами развития астрономии.

¹ На самом деле он имел титулы: 3-й граф Росс, лорд Оксмантаун (Земля и Вселенная, 2015, № 6). Ошибочно назван здесь русским переводчиком, видимо, впервые в русской литературе – лордом Россом, что получило затем широкое распространение у нас, а само имя графа вошло в астрономическую литературу, очевидно, ввиду его краткости и звучности (например, «водоворот Росса» об М51 – галактике в созвездии Гончие Псы).

Там же Дж. Гершель вводит в астрономию датировку событий в «Юлианских Днях (J.D.)», предложенную историком и хронологом Ж. Скалигером (1540–1609). Именно широчайшая известность этой книги, видимо, и породила исторические неточности, и ряд важнейших открытий старшего Гершеля в исторической литературе стали приписывать его сыну (концентрацию млечных туманностей у полюсов Галактики – 1785 г.²; загадочную скупенность шаровых скоплений на малой площади в направлении созвездий Стрельца, Скорпиона и Змееносца – 1818 г.³; вплоть до анекдотического случая с открытием ИК-излучения в 1800 г.!).

По возвращении в Англию Дж. Гершель становится почетным ректором Абердинского университета (1842) и получает наследуемый титул баронета. Он неоднократно возглавлял и созданное в 1820 г. не без его участия Лондонское королевское астрономическое общество. (В 1830 г. Джону Гершелю, видимо, немало потрепала нервы история, связанная с вполне заслуженным выдвижением его кандидатуры в Президенты Лондонского королевского общества, когда его молодые члены (и среди них и Дж. Гершель) предприняли попытку коренной реформы выборов – с тем чтобы выдвигались кандидатуры из лидеров научного сообщества, а в процессе самих выборов не отдавалось бы безальтернативного предпочтения выдвиженцам от королевского двора⁴. И когда, несмотря на уже новую форму выборов Дж. Гершель уступил-таки 8 голо-

² Джон Гершель лишь подтвердил это для южного галактического полюса в 1830-е гг.

³ Заслугой же Дж. Гершеля было первое указание на их концентрацию в данных созвездиях (в статье В. Гершеля 1818 г. приведена четкая концентрация их к плоскости Млечного Пути и в определенном направлении, но сами созвездия не названы).

⁴ Увы! Ничего не изменилось и в XXI в.



Бюст Дж. Гершеля. Франция, 1839 г.

сов третьему сыну Георга III, поскольку из-за очевидных преимуществ Гершеля его сторонники не проявили достаточной активности, то ведущая газета Англии так определила результаты: «Академия получила Принца, но потеряла Философа».

Позднее от двух других выдвижений своей кандидатуры Гершель отказался, предпочтя заняться любимым делом – писанием книг¹. Как и Ньютон, Дж. Гершель некоторое время (1850–1855) занимал пост директора монетного двора. Его согласие на такую должность..., хотя почетную и ответственную, но столь не свойственную ученому (вряд ли можно себе представить В. Гершеля в такой должности!), как и в судьбе Ньютона, имело свою причину, правда, не столь драматическую, как у его великого соотечественника. (Как известно, Ньютону такой

пост был предложен после пережитого им серьезного нервного срыва в связи с утратой всех его математических рукописей, сгоревших по неосторожности служанки. После этого он уже не смог возвратиться к полновесной деятельности исследователя и лишь переиздавал свои прошлые труды.)

Как считает автор статьи 1973 г. (см. примеч. 3), Дж. Гершель согласился на такой пост, скорее, из материальных соображений, имея обширную семью и двух старших дочерей-невест.

Как и Ньютон, Дж. Гершель и на этом посту достиг немалых успехов, сумев провести новую важную реформу в денежном деле Англии. Но стоило ему это пятилетие, (когда он оказался в полном отрыве от какой-либо исследовательской деятельности, а также нервного срыва) – но не в начале, а в конце этой государственной работы, что и заставило его подать в отставку.

Последние 16 лет жизни Джон Гершель провел в своем загородном доме в Коллингвуде недалеко от Лондона, принимая друзей, в том числе и своих последователей в освоении фотографии (одна из которых и стала автором его последних портретов). В эти годы



Джон Гершель в зрелые годы.

¹ Подобная история случилась и с нашим великим химиком Д. И. Менделеевым (см. книгу о нем Н. Штефана, 2011, с. 197).



Джон Гершель в 1867 г. Фото сделано его другом и последовательницей в фотографии, часто посещавшей его в Коллингвуде, — Ю.М. Кэмерон.

вышли русские переводы еще двух его книг “Простые беседы о научных предметах” (1868) и “Общедоступный планетник для всего света” (1871).

Джон Гершель скончался 11 мая 1871 г. на 80-м году жизни. Примечательна разная посмертная судьба Вильяма и Джона Гершелей. Вильям Гершель, скончавшийся на 84-м году жизни, был похоронен в скромной местной церкви в Слау лишь в присутствии друзей и семьи; находившийся тогда в Голландии сын едва успел на похороны, прочитав короткое сообщение из пяти слов в газете о смерти отца. Пышные похороны Джона Гершеля прошли в Лондоне в присутствии высоких представителей Двора, и похоронен он был в Вестминстерском аббатстве — пантеоне великих людей Англии, рядом с могилой И. Ньютона. Но в наши дни, как это отмечал английский автор все той же статьи 1973 г., история все расставила по своим местам: Вильям Гершель известен всем;

о Джоне мало знают даже в Англии. (Видимо, автор статьи имела в виду не астрономов.)

Не только в его время, но и в современном культурном мире Джон Гершель заслуженно признан одним из самых выдающихся ученых XIX в. — астрономов, физиков, химиков, которому принадлежит и особая заслуга — одного из основателей важнейшего инструмента науки — фотографии.

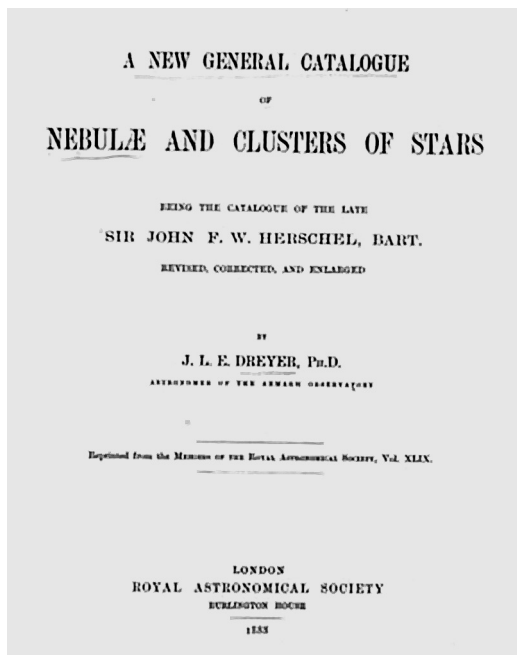
Как писали его биографы, “желанный и обожаемый” ребенок В. Гершеля, родившийся “под сенью 40-футового телескопа, он, в отличие от отца, рос в предельно комфортной обстановке, получив воспитание и всестороннее начальное образование дома (впрочем, с этого начал в свое время и его отец), а затем и университетское в Кембридже. С самого детства он видел перед собой еще и пример неутомимого труженика отца — всегда за наблюдениями либо изготовлением новых зеркал для рефлекторов, которому стал помогать еще подростком. Позднее он выполнил главное завещание Вильяма Гершеля — провел глобальное обследование Южного неба, переселившись на несколько лет в Южную Африку. Таким образом, он стал настоящим наследником и продолжателем дела своего великого родителя и учителя в наблюдательной астрономии. Главной заслугой Дж. Гершеля в астрономии, наряду с массовым открытием двойных звезд, стало удвоение каталогов туманностей и скоплений, составленных В. Гершелем, и выпуск первого “Общего (генерального) каталога” их (GC), включившего более 5 тыс. объектов (1864) — предшественника и основы “Нового генерального каталога” туманностей и звездных скоплений NGC.

В своих книгах Дж. Гершель отдал должное заслугам отца как создателя могущественных телескопов, родоначальника звездной астрономии, впервые установившего принципиальную сплюсненную форму нашей Галактики

как изолированной звездной системы; как основоположника звездной космогонии. Но вместе с тем он не принял далеко идущих космологических обобщений В. Гершеля относительно структуры Вселенной, увидев в них лишь склонность отца к фантазированию¹. Опередивший свою эпоху на полтора века, но шедший вразрез со всеми традиционными представлениями, вывод В. Гершеля о крупномасштабной слоистой структуре Вселенной, сделанный в результате открытия им колоссального протяженного скопления туманностей – “пласта Волос Вероники”, прослеженного затем и по другим созвездиям и мысленно продолженного им на всю небесную сферу, внутри которого находимся и мы (поскольку он проходил по большому кругу сферы, перпендикулярно пересекая Млечный Путь)², не был принят Джоном. Его собственные детальные наблюдения в южном полушарии разрушили первоначальную четкую картину В. Гершеля, показав там менее упорядоченное распределение туманностей, хотя и связанных общей искривленной линией. Включив в первую книгу (1838) описание этого пласта именно как перпендикулярного Млечному Пути, Джон в последующих работах 1847 г. и 1849 г. не упоминает о нем и даже критикует идеи отца как более трезвый и хладнокровный наблюдатель, фиксирующий лишь видимую картину. Так, относительно Млечного Пути он

¹Это несколько странно, если вспомнить, что в своем раннем сочинении 1830 г. Дж. Гершель как раз и обсуждал взаимоотношение в познании рационализма и интуиции... Но, видимо, скрупулезный наблюдатель победил в нем философа.

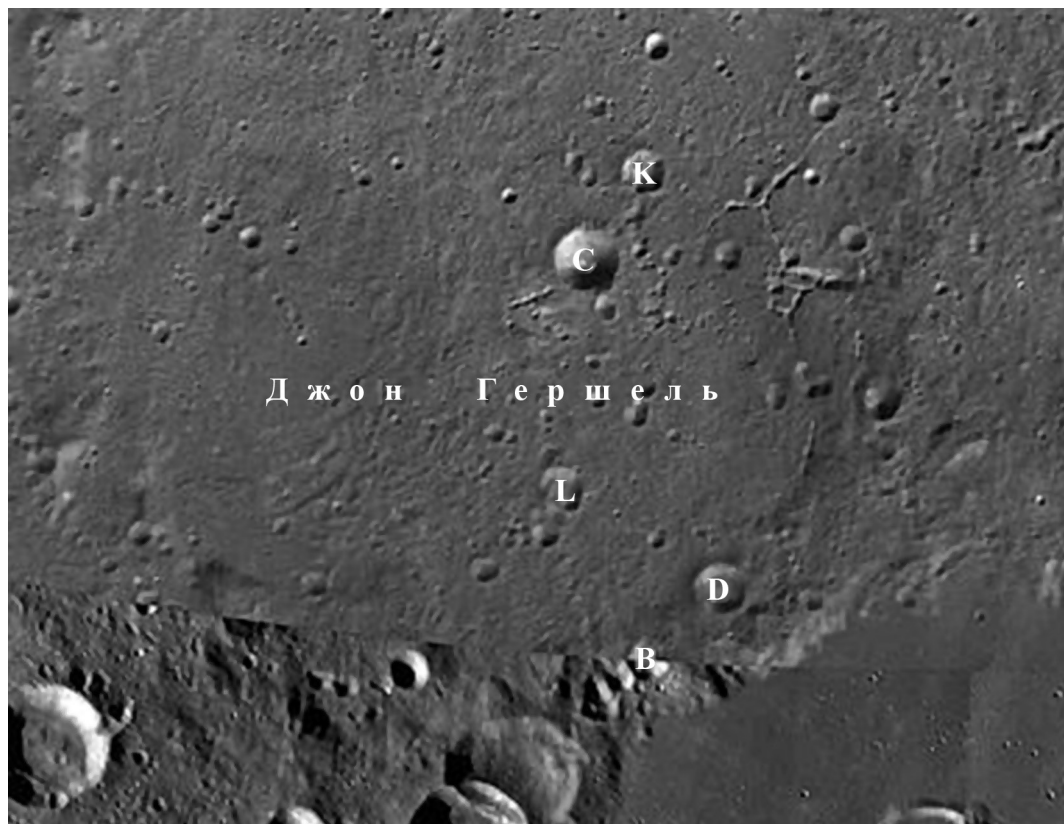
²“Пласт Волос Вероники” с продолжением его по другим созвездиям был в точности переоткрыт в 1953 г. Ж. де Вокулёром уже как Местное сверхскопление галактик, интерпретируемое ныне как элемент крупномасштабной ячеисто-филаментарной структуры Метагалактики.



Титульный лист “Нового Генерального каталога скоплений и туманностей” (NGC). 1888 г. Составлен Дж. Л. Э. Дрейером в результате дополнения, пересмотра и обработки “Общего каталога скоплений и туманностей” Дж. Гершеля (GC, 1864).

считал возможным (как и сам В. Гершель в поздней работе 1817 г.) сделать из наблюдений лишь уверенный вывод об уплощенности нашего звездного пласта – Млечного Пути, в длину и ширину все еще неизмеримого.

Но и Джон Гершель не удержался от весьма дальновидного обобщения своих наблюдений. Впервые детально исследовав наибольшую достопримечательность Южного неба – Магеллановы Облака, он пришел к выводу о сходстве природы каждого из них едва ли не со всей нашей звездной Вселенной – Галактикой. Важным новым его выводом (исправившим, кстати, первоначальную ошибку В. Гершеля – отождествление масштабов Галактики и “пласта Волос Вероники”) стало определение нашей Галактики как элемента более



Кратер Дж. Гершель (в центре) диаметром 154 км и глубиной 0,9 км почти разрушился и исчез. Его стены уже не такие четкие, как у “молодых” кратеров (на безатмосферной Луне это результат разрушения от новых метеоритных ударов).

сложной системы “туманностей”, в которых Джон Гершель после открытий В. Парсонса вновь видел далекие звездные системы-вселенные.

Имя Джона Гершеля также нашло свое место в космическом пантеоне великих астрономов – на Луне.

В целом же в истории изучения звездной Вселенной всегда будет поражать своим блеском созвездие из трех имен, связанных в единую физическую систему и семейными и научными узами: Вильяма, Джона и Каролины Гершелей. Среди потомков Джона Гершеля были и астрономы (посвятившие себя метеорной астрономии), а его младшая дочь Констанция

Анна Лаббок (1855–1939) сохранила для будущего историю жизни этой необыкновенной семьи¹. Наконец, в интернете имя первого и старейшего космонавта США Джона Гленна (1921–2016; Земля и Вселенная, 2017, № 2) неожиданно приведено как: “Джон Гершель Гленн младший” (?!), что делает необходимым новые уточнения истории рода Гершелей...

*ЕРЕМЕЕВА А.И.,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ*

¹Lubbock C. The Herschel chronicle. The lives-tory of William Herschel and his sister Caroline Herschel. Cambridge, 1933.

Юрий Васильевич Кондратюк

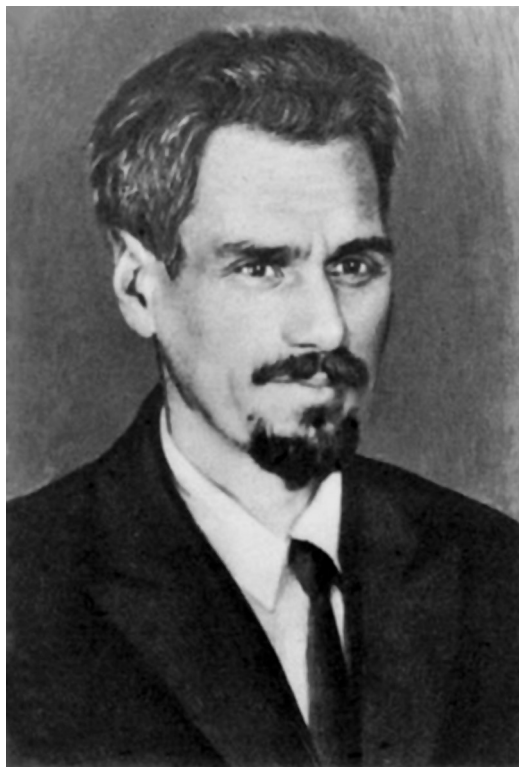
(К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Юрий (Георгий) Васильевич Кондратюк (настоящее имя – Александр Игнатьевич Шаргей; 1897–1942?) – один из основоположников теоретической космонавтики, ученый-самоучка, талантливый инженер и механик, с юношеских лет занимавшийся проблемой межпланетных полетов; пропагандист освоения космоса. Всю его творческую деятельность характеризуют грандиозность и необычность. Вслед

за К.Э. Циолковским он обосновал осуществимость космических полетов человека с помощью ракет на жидком топливе (Земля и Вселенная, 1997, № 6).

Судьба А.И. Шаргея удивительна и трагична, она полна загадок и домыслов; опубликованы лишь две его работы по космонавтике, до сих пор многие его рукописи не расшифрованы. А.И. Шаргей пропал без вести на фронте в годы Великой Отечественной войны. За свою жизнь этот гениальный человек не снискал ни признания, ни наград у себя на Родине – только в 1960-е гг. его заслуги были по достоинству оценены, и ученый стал известен во всем мире.

Александр Игнатьевич Шаргей родился 21 июня (9 июня по ст. стилю) 1897 г. в Полтаве (Российская империя, ныне – Украина). Мать, Людмила Львовна (в девичестве Шлиппенбах), – из дворян, получила прекрасное образование, работала учительницей географии и французского языка. Она происходила из древнего шведского рода: ее прадед – военачальник, участник Северной войны и Полтавской битвы, генерал шведской армии, перешедший на русскую военную службу, – генерал-поручик В.А. фон Шлиппенбах. В 2007 г. представители шведского рода Шлиппенбах рассмотрели все обстоятельства жизни ученого и приняли решение о его признании в качестве члена рода, предложив писать “Кондратюк–Шаргей–Шлиппенбах”. Людмила Львовна была убежденной революционеркой, входила в одну из подпольных организаций. Она вышла замуж за студента-еврея Игнатия Бенедиктовича Шаргея; ее семья не приняла этого брака и отвернулась от них.



Ю.В. Кондратюк. Начало 1930-х гг.

В Петербурге в тюрьме революционерка М.Ф. Ветрова в знак протеста против измывательств над ней царских тюремщиков, облив себя керосином, сгорела заживо. Это трагическое событие взволновало общественность. Начались студенческие демонстрации протеста и в Киевском университете, в которых участвовали отец и мать будущего пионера космонавтики. Людмилу Львовну арестовали и подвергли допросам, это подорвало ее психику. Здоровье продолжало ухудшаться, и через 5 лет она легла в психиатрическую лечебницу, там и умерла в 1910-х гг.

Жизнь отца – человека яркого и одаренного – складывалась непросто: переезды, переходы из одного учебного заведения в другое. Незадолго до рождения сына из-за политических беспорядков он был исключен из университета, ему пришлось уехать на учебу в Германию. Через 5 лет он возвращается в Россию и учится в Петербургском университете, покинув семью. В Петербурге И.Б. Шаргей вступил в гражданский брак с Еленой Петровной Гиберман (впоследствии у мачехи с маленьким Сашей установились теплые отношения). Летом 1910 г. новая семья приезжает в Полтаву погостить; уже тяжело больной, отец умирает. В три года Саша остается круглым сиротой. Трагическая судьба родителей повлияла на его характер – он рос не по годам серьезным и замкнутым, но порывистым и впечатлительным, часто вспоминал фантастические космические истории из книг, которые ему читала мать.

Саша воспитывался в семье двоюродной бабушки по отцовской линии – Екатерины Кирилловны (она была культурной и образованной женщиной, владела в Полтаве кустарным предприятием) и деда Акима Никитича Дзюченко, получившего высшее образование и титул статского советника, работавшего сначала земским врачом, затем – начальником отделения в Полтавской казенной палате Министерства финансов. Детские и юношеские годы будущего ученого прошли в атмосфере украинского патриархального быта – несмотря на это, в то время Полтава оставалась городом высокой

культуры, где были библиотеки и театры, проводились концерты. В семье царила спокойная, теплая атмосфера; внука обучали арифметике, русскому и немецкому языку, естествознанию. Саша рано научился читать, он пользовался домашней библиотекой, читал приключенческую литературу, познакомился с фантастическими романами Жюль Верна. С 7 лет Саша занимается с опытными педагогами. Когда настало время идти в гимназию, то его приняли сразу в третий класс, поскольку мальчик продемонстрировал хорошую подготовку. В 1910–1916 гг. Александр учился во 2-й полтавской мужской гимназии с уклоном на преподавание точных наук и окончил ее с серебряной медалью. Во время учебы у него развились способности к исследовательской деятельности, так как в гимназии преподавали прекрасные учителя и она была превосходно оборудована (естественный, географический и физический кабинеты, три библиотеки) – это создавало условия для успешного обучения. Гимназисты самостоятельно проводили физические опыты, выступали с научными докладами, устраивали литературные и музыкальные вечера.

После окончания 6-го класса гимназии под впечатлением прочитанного в конце 1913 г. романа “Туннель” немецкого писателя-фантаста Б. Келлермана у него возникла потрясающая потаенная мечта – создать ракету для полета в космос. В этом романе шла речь о сооружении подводного тоннеля между Европой и Америкой по дну Атлантики. Александр был потрясен грандиозностью замысла, поначалу он хотел сделать что-нибудь такое же потрясающее – вглубь Земли, но для этого необходимы эксперименты, что было нереально; поэтому он увлекся проблемой межпланетных перелетов. В письме к К.Э. Циолковскому 1925 г. он пишет, что с этого возраста серьезно “заболел” космосом: *“Над вопросами межпланетного сообщения я работаю уже 12 лет. С 16-летнего возраста, с тех пор как я определил осуществимость вылета с Земли, достижение этого стало целью моей жизни”*. Для того, чтобы разобраться в проблемах



Вторая мужская гимназия и дворянский пансион в Полтаве. Открытка начала XX в.

ракетной техники, Александр в старших классах гимназии самостоятельно изучает высшую математику, физику и химию; изобретает различные механизмы, записывает в тетради свои первые космические проекты.

В сентябре 1916 г. А.И. Шаргей поступил на механическое отделение Петроградского политехнического института (ныне Санкт-Петербургский государственный политехнический университет), однако проучился там недолго, до ноября месяца. Его призвали в армию, так как, начиная с 1915 г. (во время Первой мировой войны), студенты первых курсов подлежали мобилизации. Он был зачислен в школу прапорщиков при одном из петербургских юнкерских училищ. Александр подал прошение об отсрочке от воинской повинности до завершения учебы, и оно было удовлетворено, но бумаги пришли в институт слишком поздно, его уже призвали на военную службу. Эта задержка сыграла роковую роль в дальнейшей судьбе ученого.

В течение почти трех месяцев учебы в Политехническом институте 18-летний юноша продолжил изыскания в направлении "завоевания мировых пространств". На полу маленькой комнаты в квартире мачехи он разворачивал огромные листы с аккуратно выполненными чертежами, ночами работал над своей первой рукописью теоретических расчетов. Им разработан план освоения космоса: "испробовать действие приспособления для подъема за атмосферу, затем полет не особенно далеко от Земли – на несколько тысяч верст, потом полет на Луну без остановки, вокруг Луны и на Луну с остановкой..."

После февральской революции 1917 г., воспользовавшись месяцем относительной свободы, А.И. Шаргей набросал идеи в своем научном блокноте, состоящем из четырех тетрадей (104 страницы), которыми воспользовался позднее при написании рукописи "Тем, кто будет читать, чтобы строить",



Студент Петроградского политехнического института Александр Шаргей. 1916 г.

посвященной проблеме космических полетов.

После окончания юнкерского училища новоиспеченному прапорщику дали кратковременный отпуск, он несколько дней провел у бабушки в Полтаве. Отбывая на фронт, Александр оставил свои рукописи в Петрограде у мачехи, чтобы вернуться к научным исследованиям после войны. Побывав у родных, Александр уехал на Кавказский фронт военных действий; до демобилизации в марте 1917 г. он командовал пулеметным взводом.

Пока вместе с однополчанином и другом с детских лет Н. Скрынько они пробирались с Кавказа в родные места, здесь трижды сменилась власть. В конце мая 1918 г., несмотря на разгул насилия в стране, они все-таки пришли в Полтаву в потрепанной форме, в растерянном, подавленном состоянии. В городе еще были немцы, поэтому Александр скрывался у своего друга, опасаясь выходить

днем из дома. Целыми сутками он читал. Однажды, наткнувшись на статью К.Э. Циолковского, понял, что не он один придумал реактивный прибор для межпланетных путешествий. В своей творческой биографии он писал: "Достигнув в 1917 году в своей работе первых положительных результатов и не подозревая в то время, что я являюсь не первым и единственным исследователем в этой области, я на некоторое время как бы "почил на лаврах" в ожидании возможности приступить к экспериментам, которые рассчитывал получить реализацией изобретений, держа в то же время свою работу в строжайшей тайне, так как, учитывая с самого начала огромность и неопределенность возможных последствий от выхода человека в межпланетное пространство, я в то же время наивно полагал, что достаточно опубликовать найденные основные принципы, как немедленно кто-нибудь, обладая достаточными материальными средствами, осуществит межпланетный полет".

Мачеха Е.П. Гиберман с дочерью в это беспокойное время переехала из Петрограда к родственникам в Киев. Узнав о работах К.Э. Циолковского, Александр решил ехать в более спокойное место – в Киев, чтобы продолжить начатые теоретические разработки. В смутные и трудные 1918–1919 гг. в Киеве ему пришлось работать репетитором, грузчиком, ремонтировать хозяйственную утварь и освещение.

В свободное время он переписывал начисто свой научный блокнот по космонавтике. Получилась рукопись на 143 страницах, автор снабдил ее предисловием и названием "Тем, кто будет читать, чтобы строить" (1918–1919). В ней, независимо от К.Э. Циолковского, он оригинальным методом вывел основное уравнение движения ракеты. В 30-ти разделах своего труда А.И. Шаргей рассмотрел оптимальные траектории полета, борьбу с перегрузками, устройство ракеты и ее основных агрегатов, возможные средства и приборы для управления полетом и навигации; выбрал автоматическую систему управления, включающую гироскопы, связанные

с исполнительными органами. Он привел схему, дополнив ее описанием четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе, камеры сгорания двигателя с шахматным и другим расположением форсунок окислителя и горючего, параболоидного сопла. Александр предложил использовать сопротивление атмосферы для торможения аппарата при спуске на Землю с целью экономии топлива; при полетах к другим планетам – выводить корабль на орбиту его искусственного спутника, а для посадки на них человека (и возвращения на корабль) применить небольшой взлетно-посадочный корабль (предложение реализовано в программе “Аполлон”); использовать гравитационное поле встречных небесных тел для разгона (или торможения) космических аппаратов при полете в Солнечной системе (пертурбационный маневр). В этой же работе рассматривалась возможность использования солнечной энергии для

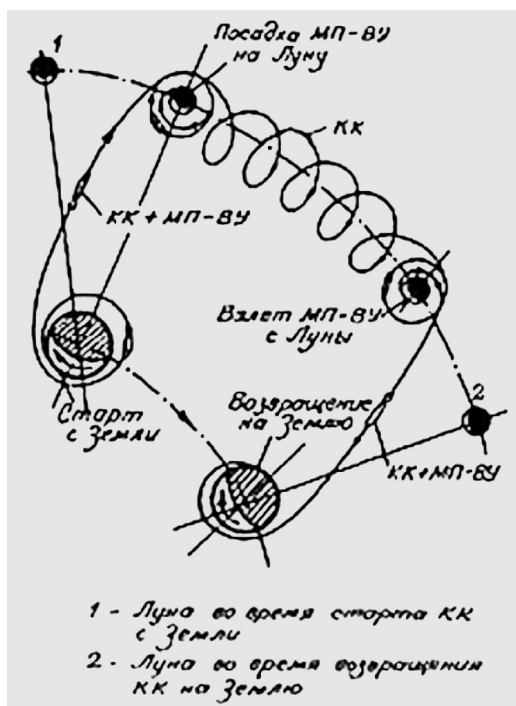


Схема полета на Луну по “трассе Кондратюка”.



Студент Киевского университета Юрий Кондратюк. 1920 г.

питания бортовых систем космических аппаратов, возможность размещения на околоземной орбите больших зеркал для освещения поверхности Земли.

Уже в этой ранней работе им были сделаны выдающиеся научные предвидения: предложена “спираль Кондратюка” – разгон от Земли с расходом минимального количества горючего и “трасса Кондратюка” – схема полета на другие планеты с помощью орбитального и посадочного модулей, используемых в современной космонавтике. Рукопись была опубликована лишь в 1964 г. в сборнике “Пионеры ракетной техники” по предложению С.П. Королёва.

Разгорелась Гражданская война. Являясь офицером царской армии, Александр в конце 1919 г. вновь попал под мобилизацию, но уже в Белую армию. Для того чтобы не воевать (так как он был против братоубийственной войны), по пути из Киева в Одессу он бежал из воинского эшелона, при этом



Ю.В. Кондратюк. 1926 г.

лишившись всех документов, которые отобрали у него при мобилизации. Он предпочел не появляться в Полтаве, где власть постоянно менялась, а скрываться у своего друга в занятом деникинцами г. Смела под Черкассами; работал там железнодорожным рабочим. После установления советской власти весной 1920 г. некоторое время скрывался на полулегальном положении у близких людей в местечке Малые Виски под Киевом, изготавливая мебель.

Когда большевики прочно обосновались у власти, Александр Шаргей понял, чем грозит ему прошлое царского офицера – это тюрьма или расстрел. Жизнь Александра и его близких постоянно находилась под угрозой, поэтому, чтобы обезопасить любимого пасынка от красного террора, мачеха уговорила его сменить фамилию. По ее настоянию, Александр Шаргей принимает документы на имя Георгия (в православии – Юрий) Васильевича Кондратюка, который родился 26 августа (13 августа по ст. стилю) 1900 г. в г. Луцке Волынской губернии (Украина);

учился в Киевском университете, а 1 марта 1921 г. скончался от туберкулеза легких. Его родной брат В.В. Кондратюк преподавал в одной из киевских школ, в которой училась сводная сестра Александра – Нина Игнатьевна Шаргей. Через нее Елена Петровна уговорила В.В. Кондратюка передать документы умершего брата Александру. На удостоверении студента киевского университета не сохранилось фотографии, поэтому А.И. Шаргей решил этим воспользоваться. Он наклеил свою и взял не только чужое имя, но и биографию. Под новой фамилией он прожил всю оставшуюся жизнь. Эту тайну знали всего несколько человек и хранили ее долгие годы; только в 1977 г. Н.И. Шаргей дала письменные показания специальной комиссии об обстоятельствах смены имени и фамилии ее сводным братом.

Жить под чужим именем – не менее опасно, чем без документов. На полулегальном положении Ю.В. Кондратюк работает на мельнице, затем кочегаром, механиком на сахарном заводе; помогает по дому приютившим его знакомых. Занять более высокую должность он не хотел, так как ему не хватало свободного времени для разработки теории космического полета, хотя и ощущал недостаток знаний из-за отсутствия технического образования. Путь к высшему образованию был закрыт, в учебные заведения принимали только детей рабочих и крестьян, поэтому Ю.В. Кондратюку пришла мысль отправиться на учебу в Германию – в Кобурге жили дальние родственники ученого по отцу. Летом 1922 г. он пешком отправляется в дорогу, так как на проезд денег не было, но его задержали на границе. Только осенью возвратился он в Малую Виску физически и морально истощенный, два месяца пролежав с тифом.

В течение трех лет Юрий Васильевич завершает рукопись задуманной книги по космонавтике: *“Настоящая работа в своих основных частях была написана в 1917 г., после чего трижды подвергалась дополнениям и коренной переработке... О существовании на ту же тему труда Циолковского автор узнал*

лишь впоследствии и только недавно (в 1925 г. — С.Г.) имел возможность ознакомиться с частью статьи “Исследование мировых пространств реактивными приборами”... и был отчасти разочарован тем, что основные положения открыты мною вторично, но в то же время с удовольствием увидел, что не только повторил предыдущее исследование, ...но и сделал также и новые важные вклады в теорию полета”. Осенью 1925 г. Ю.В. Кондратюк хотел опубликовать свою рукопись в каком-нибудь издательстве, для этого он отправляется в Москву. В Главнауке она была направлена на рецензию профессору В.П. Ветчинкину, через полгода книга получила положительный отзыв: “Предлагаемая книга, несомненно, представляет наиболее полное исследование по межпланетным путешествиям из всех, ранее написанных. Книга будет служить настольным справочником для всех, занимающихся вопросами ракетного

полета”. В заслугу автору ставилось то, что он смог самостоятельно “получить все результаты, достигнутые всеми исследователями межпланетных путешествий в совокупности”. Рецензент рекомендует перевести автора на службу в Москву, в научный центр. На полученный из Москвы запрос Ю.В. Кондратюк ответил согласием, хотя в дальнейшем он понял, что еще не настало время строительства больших ракет.

Перед молодым человеком встает дилемма: что для него важнее — научная деятельность без надежды на превращение его идей или зарабатывание на жизнь? После долгих лет мытарств, он решает в дальнейшем заниматься практическим делом в области народного хозяйства.

Вскоре молодой человек принимает приглашение Всесоюзного акционерного общества “Хлебопродукт” на работу механиком на Крыловский хлебный элеватор в станицу Октябрьская на



Дом, в котором в 1927–1928 гг. жил и работал Ю.В. Кондратюк. Камень-на-Оби, Алтайский край.



Комплекс зернохранилища “мастодонт”, построенный в 1929–1930 гг. по проекту Ю.В. Кондратюка в г. Камень-на-Оби Алтайского края.

Кубани. Пионер космонавтики занимается строительством зернохранилищ для того, чтобы обеспечивать себя и страну хлебом. Постоянно находясь в разъездах по служебным делам, он создает простые, удобные в обращении устройства и приспособления для механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных операций на элеваторе. В конце 1926 г. – начале 1927 г. Юрий Васильевич строит новый элеватор на Северном Кавказе, затем его приглашают на работу в Сибирь – сначала в Камень-на-Оби, а затем в Новосибирск. Там разворачивалось строительство крупных элеваторов. Ученый устраивается техником в Новосибирскую краевую контору “Хлебопродукт”, на протяжении трех лет он занимается строительством элеваторов и механизированных амбаров в населенных пунктах Алтая, где ему приходилось конструировать и делать всевозможные механизмы и приспособления. Многие годы использовалось на элеваторах, складах и мельницах самое крупное изобретение Юрия Васильевича – ковш

для сыпучих материалов. Особо впечатляет построенный в 1929–1930 гг. по его проекту и под его руководством в Камень-на-Оби механизированный элеваторно-складской комплекс, названный “мастодонт”. Комплекс включал в себя крупнейшее в мире деревянное зернохранилище на 10 тыс. т, длиной 60 м, шириной 32 м и высотой с пятиэтажный дом. Его конструкция имела оригинальное решение: каждое бревно “фиксирует” соседнее; несущие стены не имели ни одного гвоздя. В течение 50 лет уникальное детище Ю.В. Кондратюка служило людям.

Занимаясь строительством элеваторов, Юрий Васильевич никогда не забывал о космосе. Не имея инженерного образования, он постоянно приобретает необходимые знания, пользуясь технической литературой; его комната была завалена книгами. Весной 1927 г. Ю.В. Кондратюк заезжает в Москву к В.П. Ветчинкину для консультаций. Профессор согласился отредактировать для печати его рукопись, дополненную новыми идеями.

Владимир Петрович подчеркнул, что автор представил задачу *“...не в виде теоретических основ..., а в виде проекта, хотя и не детализированного, но уже с конкретными цифрами, осуществление которого вполне возможно и в настоящее время... после серии экспериментов, не представляющих каких-либо особых затруднений”*.

В январе 1929 г. в Новосибирске на собственные средства тиражом 2 тыс. экземпляров Юрий Васильевич издал книгу *“Завоевание межпланетных пространств”*. Экземпляр книги он послал К.Э. Циолковскому со словами: *“Я был чрезвычайно поражен, с какой последовательностью и точностью повторил не только значительную часть из Ваших исследований вопроса межпланетных сообщений... вообще мое мышление направлено и настроено так же, как и Ваше”*.

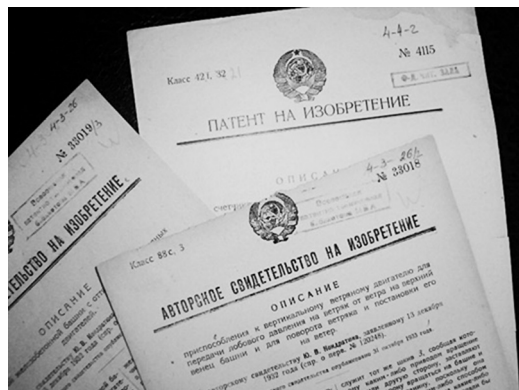
После издания книги у Ю.В. Кондратюка появилась надежда на практическое осуществление своих идей, изложенных в мае 1929 г. в письме известному ученому в области аэродинамики профессору Н.А. Рынину: *“Дальнейшая плодотворная разработка темы о межпланетном полете чисто теоретическими методами... невозможна, для меня, по крайней мере; необходимы экспериментальные исследования. Время и деньги для них... рассчитываю получить изобретениями в различных областях, в частности по роду моей работы в области элеваторной механики...”*, Юрий Васильевич обращается в центральные учреждения с предложением о создании специализированной организации для разработки проблем космонавтики. Но уже в марте 1930 г. он с огорчением писал в Калугу: *“Мое ходатайство об организации предприятия для питания средствами межпланетных исследований мытарствуется в Москве – пока безрезультатно”*.

В *“Завоевание...”* вошло 13 глав, в них описывается последовательность первых этапов освоения космического пространства. В частности, изобретатель предложил оснастить ракету крыльями для спуска в атмосфере, использовать для снабжения спутников на околоземной орбите

ракетно-артиллерийские системы (в настоящее время это предложение реализовано в транспортной системе по доставке на Международную космическую станцию расходуемых материалов с помощью КК *“Прогресс”*); создать на станции искусственное тяготение, организовать межпланетную базу, служащую перевалочным пунктом для полетов космонавтов в Солнечной системе. В отличие от предложений других теоретиков, он располагал свою *“межпланетную базу”* не на околоземной, а на окололунной орбите (Земля и Вселенная, 2015, № 5). Кроме того, в работе были исследованы вопросы отношений масс ракеты, химии топлива, использования солнечной энергии, жидкостных и электростатических двигателей; типы траекторий и способы управления полетом; действия атмосферы на ракету при возвращении космических аппаратов на Землю; их тепловой защиты. В последних главах автор касается перспектив освоения космоса и экспериментов. Разработчик космической техники летчик-космонавт профессор К.П. Феоктистов отметил прозорливость Ю.В. Кондратюка: *«Он предложил измеритель*



Ю.В. Кондратюк. Новосибирск, около 1930 г.



Авторские свидетельства на изобретения
Ю.В. Кондратюка. 1930-е гг.

ускорения... – то, что было реализовано в первых же ракетах, – систему контроля топлива в баках... рассмотрел теплозащитное покрытие для возвращения в атмосферу и рекомендовал, как ни странно, углерод... И современная техника тоже пришла к углероду. Он видел главные технические моменты, формулировал объем основных, принципиальных исследовательских работ, которые нужно провести, чтобы добиться успеха...».

Академик Б.В. Раушенбах так оценил выдающийся труд Юрия Васильевича: «Никто из классиков того времени не представлял себе так четко, как он, начало космической эры. В чем отличие Кондратюка от других? Он первым связал воедино два вопроса: торможение в атмосфере и тепловую защиту экипажа. У других этого нет... Он первый сообразил, что в этих условиях нельзя управлять как самолетами... меня поражает до сих пор: и до него, и после все думали по-другому... Что поражает: именно так сделан «Союз» и другие американские и советские космические аппараты».

Любопытно, что в предисловии Ю.В. Кондратюк упоминает о нескольких главах рукописи, которые «слишком близки к рабочему проекту овладения мировыми пространствами – слишком близки для того, чтобы их можно было публиковать, не зная заранее, кто и как этими данными воспользуется». Неизвестные главы

книги до сих пор не найдены и вряд ли когда-нибудь будут обнаружены (если они вообще написаны!); судить о том, что там было в действительности, не представляется возможным. Сам автор утверждает, что он нашел способ достижения начальной скорости ракеты – 500–2000 м/с «...без расходования заряда и в то же время без применения грандиозного артиллерийского орудия». По его словам, он также «...пришел к весьма неожиданному решению вопроса об оборудовании линии сообщения с Земли в пространстве и обратно, для осуществления которой применение такой ракеты, как рассматриваемая в этой книге, необходимо только один раз». Он указал, что многие предложенные им технические решения могут быть реализованы уже на достигнутом уровне развития техники, особенно американцами. Однако пришлось ждать еще несколько десятилетий для того, чтобы его предложения постепенно нашли применение в ракетостроении.

Хотя в 1947 г. книга была опубликована повторно издательством «Оборонгиз», она так и не получила широкой известности.

Казалось бы, человек много сделал – строил удивительные сооружения, получал патенты на изобретения, которые облегчали жизнь людей; занимался теорией космических полетов... Но, к сожалению, в отличие от других пионеров космонавтики, он вынужден таким «лишь способом заработать денег для дальнейших исследований в области выхода во внеземное пространство». Во-первых, он не имел возможности общаться с единомышленниками, не считая краткой переписки с К.Э. Циолковским (1925 г. и 1929–1930 гг.), но личного общения не получилось по разным причинам.

Постепенно информация о Ю.В. Кондратюке – талантливом сибиряке, как его называли после выхода книги, начала распространяться. Вскоре после выхода книги на нее появились положительные рецензии в советской и зарубежной печати: в частности, в немецком «Журнале авиационной техники и моторного полета» на нее опубликована восторженная статья-отзыв.

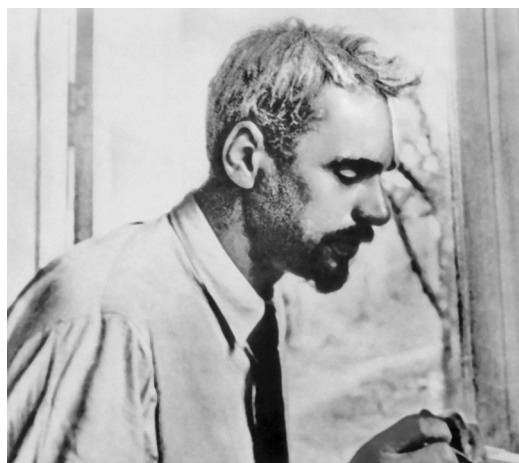
В конце июля 1930 г. Ю.В. Кондратюк вместе с несколькими другими сотрудниками “Хлебопродукта” был арестован и, не признав себя виновным, 10 мая 1931 г. осужден на три года лагерей по обвинению во вредительстве (Судебная коллегия по уголовным делам Верховного Совета РСФСР своим определением № ОС-70–8 от 26 марта 1970 г. его реабилитировала). В одном из пунктов обвинения говорилось, что он строил элеватор “мастодонт” не только без чертежей (что само по себе являлось серьезным нарушением правил постройки), но и без гвоздей. Местное руководство пришло к выводу, что строение не выдержит такого количества зерна и развалится, погубив продукцию. Однако вместо лагерей Юрий Васильевич был привлечен к работе в образованном в Новосибирске специализированном бюро № 14 ОГПУ по проектированию угольных предприятий (прообраз будущих “шарашек”). Там он проработал до августа 1932 г., успев получить патент и авторское свидетельство по ряду специальных проблем в области горно-шахтного оборудования.

Еще работая в бюро № 14, Ю.В. Кондратюк ознакомился с условиями конкурса на эскизное проектирование

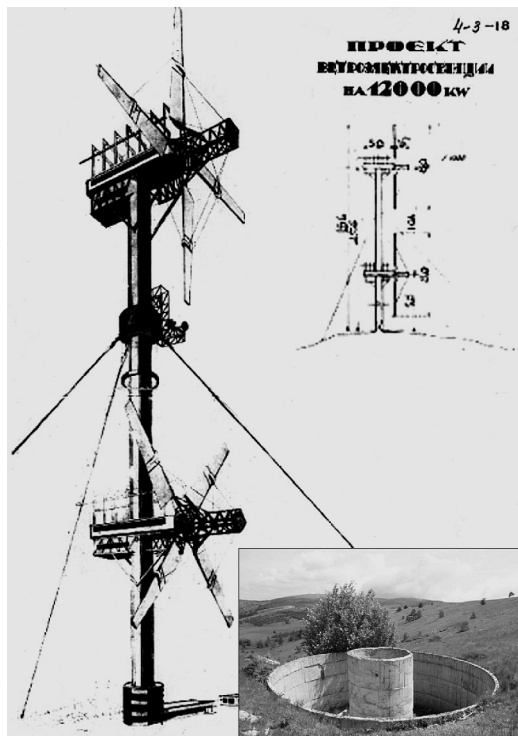
мощной Крымской ветроэлектростанции (ВЭС), объявленного Наркоматом тяжелой промышленности. Проект станции был выполнен в соавторстве с районным инженером П.К. Горчаковым, а позднее к проекту присоединился известный архитектор, ученый в области строительных конструкций инженер Н.В. Никитин. Будущий создатель Останкинской телебашни в Москве позднее сказал: *“Юрий Васильевич был самым талантливым инженером, которого мне пришлось встретить за всю мою жизнь”*.

Эскизное проектирование ВЭС было завершено в ноябре 1932 г. По настоятельной просьбе Наркома тяжелой промышленности Серго Орджоникидзе в 1933 г. Юрия Васильевича досрочно вернули из ссылки; вскоре авторы проекта получили разрешение ГПУ на поездку в Москву. На конкурсе их проект был признан лучшим. В 1933–1934 гг. Ю.В. Кондратюк – научный руководитель группы по проектированию и строительству крупнейшей в мире Крымской ВЭС – работал в Харькове, в Научно-исследовательском институте промышленной энергетики.

К середине февраля 1934 г. техническая документация была окончательно доработана, затем была длительная экспертиза, и в конце 1936 г. на горе Ай-Петри в Крыму по подготовленным рабочим чертежам началось строительство фундамента грандиозной ВЭС по проекту Ю.В. Кондратюка. Два лопастных колеса, установленные на железобетонной трубчатой башне, высотой 165 м, были рассчитаны на подачу электрической энергии мощностью 12 тыс. кВт, давая 25 млн кВт·ч электроэнергии. Удалось построить только мощный опорный железобетонный “стакан”, который до сих пор сохранился. В феврале 1937 г. умер куратор и руководитель этого проекта Серго Орджоникидзе, стройку законсервировали, и в 1938 г. было принято решение о прекращении проектирования и строительства мощных ветроэлектростанций. В связи с этим в последующие два года Ю.В. Кондратюку пришлось заниматься проектированием малых опытных ВЭС в проектно-экспериментальной конторе треста



Ю.В. Кондратюк – научный руководитель проектирования и строительства Крымской ВЭС. Харьков, 1933 г.



Проект гигантской ветроэлектростанции в Крыму (во врезке – ее фундамент). 1934 г.

Волгоэлектросетьстрой” Наркомата электростанций СССР в Москве. Инженерный талант Юрия Васильевича с блеском проявился в его последующих занятиях ветроэнергетикой. Отметим, что только спустя полвека человечество начало возвращаться к идее использования ветра в качестве экологически чистого источника энергии.

Весной 1933 г., во время очередной служебной командировки в Москву, Ю.В. Кондратюк дважды посетил Группу изучения реактивного движения. Начальник ГИРД С.П. Королёв хотел привлечь его к работам по ракетной технике, но Юрий Васильевич не воспользовался этим, твердо заявив, что в ближайшие годы не сможет этим заниматься, мотивируя отказ стремлением завершить проект ВЭС. Трудно объяснить такое поведение человека, с юношеских лет занимавшегося проблемами космонавтики и еще недавно

обращавшегося в государственные инстанции в стремлении перейти от теории к практике. Сотрудники ГИРД объясняли это нежеланием Юрия Васильевича заполнять анкету режимной организации – ведь тогда “вскрылось бы” его непростое прошлое. Вероятно также, что его не устраивали проводившиеся в ГИРД “...весьма предварительные опыты”. Остались воспоминания тех, кто знал Кондратюка-Шаргея: *«Этот человек, видно, был из редкостных, одержимых натур – сам дух ненасытности играл в нем, дух постоянных, вечных исканий».*

К этому предвоенному трагическому времени относится обсуждение группой видных ученых и инженеров ходатайства (по просьбе В.П. Ветчинкина) перед Высшей аттестационной комиссией АН СССР о присуждении Ю.В. Кондратюку ученой степени доктора технических наук без защиты диссертации по совокупности выполненных новаторских работ. Узнав о не объективном отзыве треста, который мог привести к аресту, Юрий Васильевич принял меры к сохранению своих рукописей. 2 июля 1938 г. он передал свой научный архив Б.Н. Воробьеву – историку авиации и космонавтики, редактору работ К.Э. Циолковского. В 1960 г. Б.Н. Воробьев передал их в Институт истории естествознания и техники АН СССР.

Возможно, Ю.В. Кондратюк еще долго плодотворно трудился бы на благо отечественной ветроэнергетики (или в какой-то другой области), если бы не начавшаяся 22 июня 1941 г. Великая Отечественная война... 6 июля 1941 г. он записался в ряды народного ополчения и служил в роте связи 2-го стрелкового полка дивизии народного ополчения Киевского района Москвы (21-я дивизия народного ополчения). В ночь на 7 июля дивизия пешим ходом выступила из Москвы и отправилась на фронт. В течение трех месяцев бойцы строили оборонительные сооружения близ города Кирова (бывшая Смоленская, ныне – Калужская область), а 3 октября 1941 г. (к тому времени все народные ополченцы уже были зачислены в ряды Красной Армии, в состав 173-й стрелковой дивизии), там же при-

няли свой первый бой. Дальнейшая судьба Кондратюка–Шаргея не известна. Как и сотни тысяч других бойцов, он числится пропавшим без вести.

Тайну его дальнейшей судьбы пытались раскрыть множество раз. Первый раз им заинтересовались в 1942 г. в СМЕРШе (контрразведывательная организация СССР в годы войны); их больше всего интересовал вопрос – не попал ли Ю.В. Кондратюк в плен? Каких-либо данных на этот счет найти не удалось, поэтому Юрия Васильевича включили в список безвозвратных потерь Красной Армии. Второй раз его судьбой заинтересовались уже в послевоенные годы, когда Министерство обороны СССР проводило масштабную компанию по уточнению советских потерь в годы войны – ни в одном из списков погибших такой фамилии не нашли. В следующий раз выяснением “белых пятен” в биографии Юрия Васильевича занимались в середине 1960-х гг. – после того, как Комиссия АН СССР по наименованию образований на обратной стороне Луны выступила с предложением о присвоении имени Кондратюка одному из кратеров. К тому времени имя Юрия Васильевича уже было известно научной общественности, поэтому научные круги встретили данное предложение с энтузиазмом.

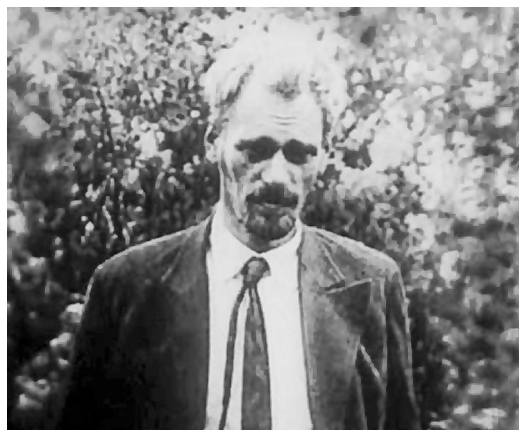
Вновь имя Ю.В. Кондратюка привлекло к себе внимание в марте 1969 г., когда в американском журнале “Лайф” Дэвид Шеридан опубликовал статью “Как идея, которую никто не хотел признавать, превратилась в лунный модуль”. В ней он подробно рассказал о том, как и почему американцы выбрали для программы “Аполлон” схему полета “по Кондратюку”. Эта идея была высказана инженером NASA Джоном Хуболтом в начале 1960-х гг., он же сказал, что Кондратюк–Шаргей умер в 1952 г. Руководивший работами по программе “Аполлон” Вернер фон Браун (Земля и Вселенная, 2017, № 4) рекомендовал поддерживать предложение Дж. Хуболта. Позже появились сведения о том, что решить эту сложную проблему помогла книга Ю.В. Кондратюка. Один из руководителей NASA, доктор Дж. Лоу, рассказал:

“Мы разыскали маленькую, неприметную книжечку, изданную в России. Ее автор обосновал и рассчитал энергетическую выгодность посадки на Луну по схеме “полет на орбиту Луны–старт на Луну с орбиты – возвращение на орбиту и стыковка с основным кораблем – полет на Землю”. Американский астронавт Нейл Армстронг специально побывал в Новосибирске, где набрал пригоршню земли у стен дома, где жил и работал Юрий Васильевич. Впоследствии Н. Армстронг сказал: “Эта земля для меня имеет не меньшую ценность, чем лунный грунт”.

Выяснением вопроса – погиб ли Ю.В. Кондратюк – занялись вначале 1980-х гг. его родственники, сослуживцы и энтузиасты. В 1988 г. его коллега по работе в тресте ВЭС и однополчанин Б.И. Романенко обнаружил переписку Юрия Васильевича с его любимой. Последнее письмо, полученное ею от Юрия Васильевича, было датировано 2 января 1942 г. Борис Иванович встречался с Ю.В. Кондратюком



Ю.В. Кондратюк. Москва, 1935 г.

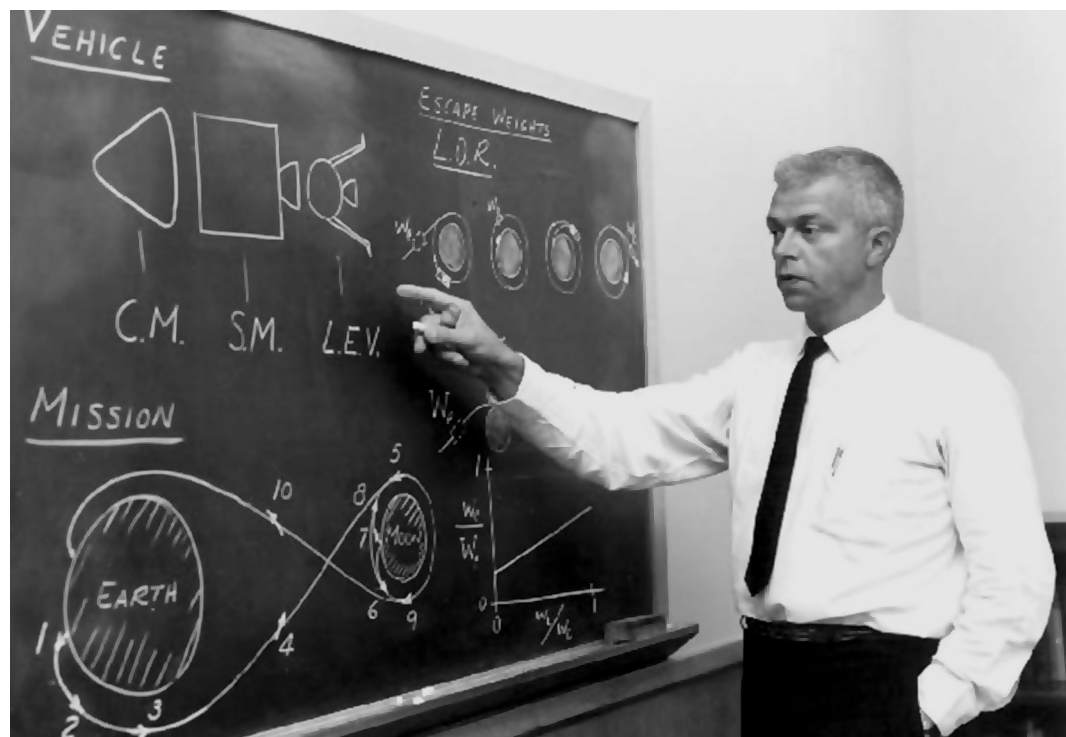


Предвоенная фотография Ю.В. Кондратюка.

незадолго до его исчезновения, эта встреча оставила неизгладимый след в его памяти, поэтому свою дальнейшую жизнь он посвятил изучению биографии ученого. В 1988 г. неугомонный

искатель Б.И. Романенко обнаружил две открытки Юрия Васильевича с фронта – значит, в начале 1942 г. он еще был жив. Начался долгий и кропотливый поиск. Бывший телефонист С.К. Дергунов официально дал показания, что Ю.В. Кондратюк погиб между 22 и 25 февраля 1942 г. На основании этих сведений "...рядовой 1281 стрелкового полка 60 стрелковой дивизии Юрий Васильевич погиб 25 февраля 1942 г. в д. Кривцово Болховского района Орловской области...". Новые свидетельства, которые удалось отыскать Б.И. Романенко в 1990 г., позволили уточнить дату и место вероятной гибели Ю.В. Кондратюка. Но это лишь последние сведения о нем...

Согласно другой версии, Ю.В. Кондратюк не погиб, а был взят в плен немцами (либо сам сдался в плен; вспомним, что он хорошо знал немецкий и намеревался попасть к своим родственникам в Германию) и впоследствии работал вместе с Вернером фон



Дж. Хуболт объясняет, как будет проходить полет к Луне по "трассе Кондратюка". Середина 1960-х гг. Фото NASA.



Памятник Ю.В. Кондратюку в г. Камень-на-Оби и мемориальная доска на доме в Санкт-Петербурге, где жил А.И. Шаргей в 1916–1917 гг.

Брауном по созданию баллистической ракеты “Фау-2”. В пользу этой версии свидетельствуют документы одного немецкого ракетчика, в которых упоминается какой-то человек по фамилии Кондратюк, с которым этому ракетчику пришлось работать. Вероятно, Кондратюк—Шаргей с новой фамилией был вынужден перебраться в США, где и работал по ракетной тематике. Сторонники данной версии приводили факт обнаружения после войны в Пенемюнде рукописной тетради Юрия Васильевича с формулами и расчетами. Но каким образом она туда попала — загадка.

В 2014 г. в Аламогордо (штат Нью-Мексико, США) в Музее истории освоения космоса Юрий Кондратюк был принят в Галерею международной космической славы, теперь там 167 человек.

Вся жизнь и деятельность Ю.В. Кондратюка показана в документальных фильмах "Что в имени тебе моем?" (1987) и "Трасса Кондратюка" (2003).

Созданы музеи – в станции Октябрьской, на территории Крыловского элеватора (Краснодарский край) и в Новосибирске, где ученый работал в течение трех лет. По инициативе академика В.П. Глушко, в 1987 г. в Полтаве (Украина) был открыт Музей авиации и космонавтики им. Ю.В. Кондратюка, рядом установлен его памятник. В 1992 г. его имя присвоено Новосибирскому аэрокосмическому лицей, в 1997 г. – Полтавскому техническому университету. Благодаря исследовательской деятельности Б.И. Романенко, 1997 г. был объявлен ЮНЕСКО “годом Кондратюка”. Его именем назван кратер на обратной стороне Луны, малая планета № 3084, площадь в Новосибирске и улицы в нескольких городах страны; открыты памятники, установлены памятные доски.

ГЕРАСЮТИН С.А.

“Юнона”: исследование Юпитера

31 июля 2016 г. АМС “Юнона” (“Juno”; запущена 5 августа 2011 г.; Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 31) прошла самую удаленную точку от Юпитера (8,1 млн км), находясь на орбите его искусственного спутника. Завершив второй виток 27 августа 2016 г., станция совершила коррекцию траектории полета и перешла на 14-суточную рабочую орбиту для выполнения научных исследований (Земля и Вселенная,

2017, № 1, с. 98–99). Напомним, что “Юнона” должна будет сделать 37 витков вокруг планеты и завершить программу в феврале 2018 г., так как ее бортовая электроника выйдет из строя вследствие воздействия мощной радиации Юпитера.

27 марта 2017 г. станция пятый раз пролетела над верхушками облаков Юпитера на высоте 4,4 тыс. км со скоростью 57,8 км/с; во время сближения работали все 8 научных инструментов станции. 19 мая на расстоянии 3,5 тыс. км от планеты АМС прошла в шестой раз. С помощью камеры JunoCam получены первые данные о Юпитере, о его спутниках, а также

снимки облаков вокруг планеты, на которых запечатлена бурная турбулентная атмосфера. В отличие от околополярных областей Сатурна, где доминируют мощные широтные атмосферные течения в форме сглаженных гексагонов, околополярные области Юпитера выглядят достаточно хаотическими. На расстоянии около 30° от обоих полюсов скорость зональных ветров падает, а рисунок регулярных атмосферных полос, свойственных низким широтам, сменяется отдельными яркими вихрями циклонического типа на темном фоне (более темном, чем экваториальные области Юпитера). Размеры

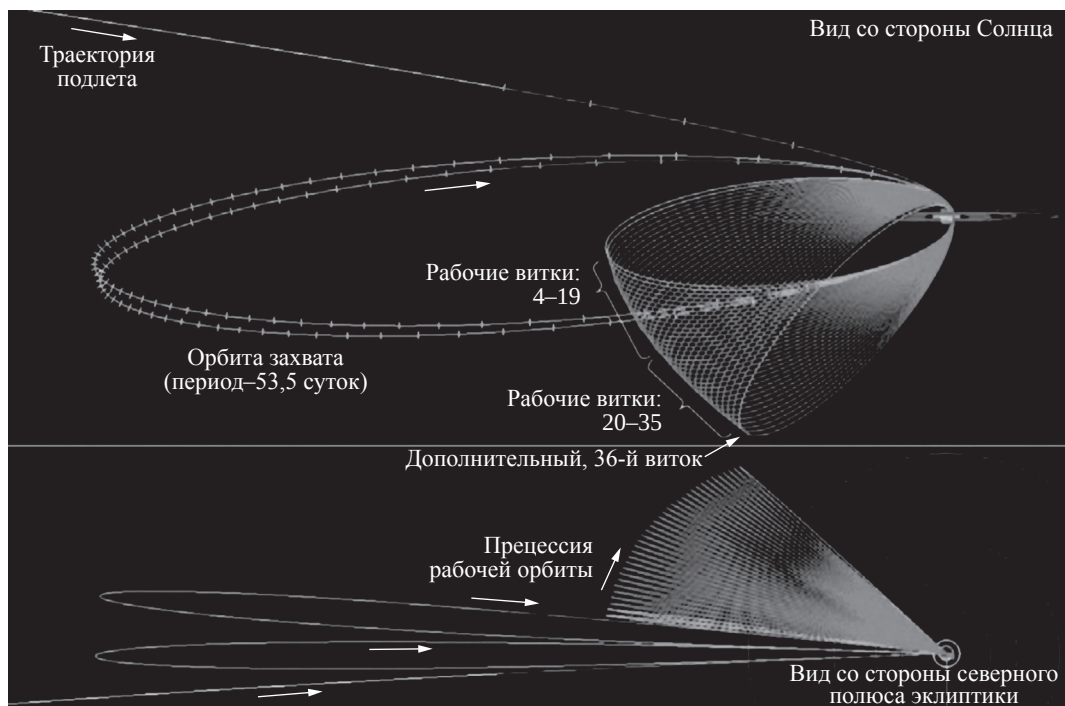
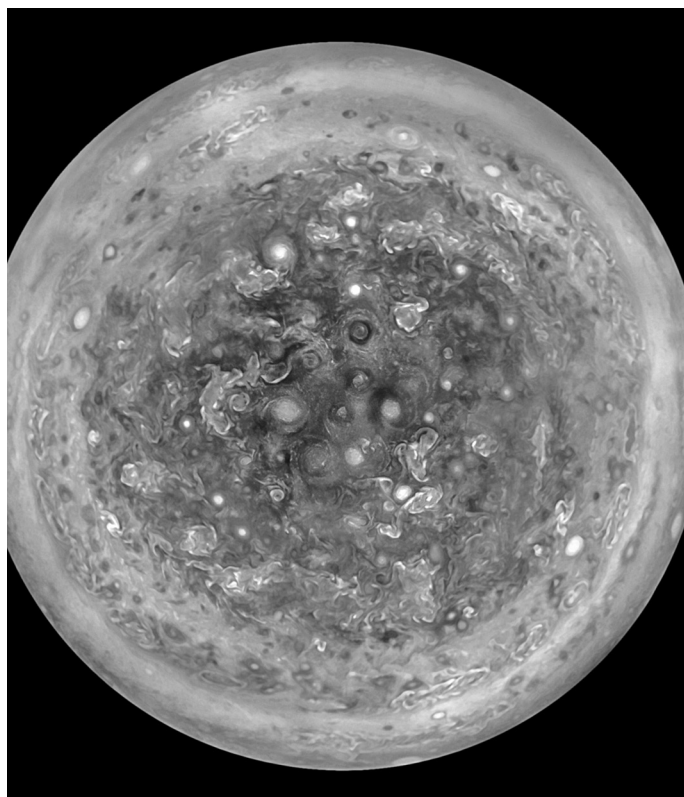


Схема запланированных витков АМС “Юнона” на орбите вокруг Юпитера. Рисунок NASA/JPL.

околополярных циклонов составляют 50–1400 км на юге и 200–1000 км на севере, а гигантских торнадо – около 7 тыс. км. В отличие от Сатурна, на Юпитере нет центрального полярного вихря с морфологией “глаз урагана”. Пока не ясно, почему метеорология приполярных областей газовых гигантов Солнечной системы настолько различается. Вариации температуры (200–340 К; в зависимости от широты) наблюдаются вплоть до глубин в 300 бар, однако они заметны только в полосе $\pm 20^\circ$ от экватора. Сравнение данных, полученных во время пролетов 27 августа и 11 декабря 2016 г., показывает, что погода на Юпитере меняется лишь в верхнем слое атмосферы, где давление менее 9 бар; ниже изменения температуры и давления становятся еле заметными (менее 1%). Колебания температуры на 50 К в приэкваториальной области Юпитера вызвано изменением его непрозрачности.

Главным источником непрозрачности в микроволновом диапазоне в атмосфере Юпитера является аммиак; влияние воды и других примесей гораздо меньше. На экваторе Юпитера находится “пояс” из аммиака, он уходит на глубину – на 300 км. Наличие такого “пояса” свидетельствует о существовании погодной системы, основанной на перераспределении аммиака между различными зонами. Кроме этого, внутренние слои Юпитера постоянно смешиваются друг с другом – по сути, ядро планеты



Циклоны на Юпитере размером с Землю (около 7 тыс. км). Странные белые овалы размером 600–1000 км – облака из аммиака и гидразина. Снимок получен 19 мая 2017 г. АМС “Юнона” с расстояния в 52 тыс. км, разрешение – 20 км. Фото NASA/JPL.

размыто. Циркуляция атмосферы, приводящая к наблюдаемой концентрации аммиака, напоминает ячейку Хэдли. В районе экватора газ поднимается с глубины, где давление выше 100 бар и объемная доля аммиака составляет 350 ± 20 ppm. Ниже облаков “влажность” несколько повышается благодаря испарению аммиачных льдинок, но там, где давление от 1,5–2 до 60 бар, атмосфера вне экваториального восходящего потока остается сухой. На полюсах планеты

часто наблюдаются явления, сходные с северным сиянием на Земле.

Другим открытием стало то, что магнитное поле планеты оказалось мощнее, чем ученые думали раньше. Изначально предполагалось, что оно в 10–20 раз более мощное, чем магнитное поле Земли, но результаты, полученные АМС “Юнона” показали, что действительные показатели еще в два раза выше. При этом магнитное поле планеты неоднородное, со спадами и подъемами, и его

источник находится ближе к поверхности планеты – не в ядре, как у Земли. Во время пролетов магнитометр “Юноны” замерил вектор магнитного поля: как оказалось, магнитное поле Юпитера имеет большую напряженность и более сложную структуру, чем считалось ранее. Максимальная напряженность достигала 7,766 Гс, что более чем на порядок превышает максимальную напряженность магнитного поля на поверхности Земли (0,66 Гс). Кроме того, поле планеты имеет сложную структуру, оно включает, помимо дипольной составляющей, и многочисленные сильные гармоники более высоких порядков. Степень “сложности” поля Юпитера свидетельствует о том, что в него вносятся весомый “вклад” конвективные потоки молекулярного

водорода, приводя его в металлическое состояние.

Структура гравитационного поля газового гиганта зависит от распределения масс. Точное измерение скорости космического аппарата помогает оценить распределение масс внутри Юпитера и выбрать наиболее правдоподобные модели его внутреннего строения. Внешние слои планеты состоят, в основном, из смеси молекулярного водорода и гелия, находящихся в критическом состоянии. На глубине около 100 ГПа (~1 Мбар) растворимость гелия в водороде уменьшается; гелий принимает форму отдельных капель и дождем выпадает вниз сквозь слой жидкого водорода, обедненного гелием. При дальнейшем погружении растет температура и увеличивается растворимость гелия и водорода,

так что на уровне давления ~300 ГПа они снова начинают свободно смешиваться друг с другом, и слой “гелиевого дождя” заканчивается. Ниже находится протяженный слой металлического водорода, простирающийся вплоть до ядра, состоящего из тяжелых элементов. Создано несколько теоретических моделей ядра: по одной из них оно имеет радиус 0,15 $R_{Ю}$, по другой – частично растворяется в металлическом водороде с радиусом ~0,5 $R_{Ю}$, а плотность ядра постепенно падает.

Следующее сближение АМС “Юнона” с Юпитером произойдет 11 июля 2017 г. – она пролетит над его Большим Красным Пятном.

*Пресс-релизы NASA/JPL,
2 февраля, 6 апреля,
25 мая и 1 июня 2017 г.*

Информация

“Опортьюнити” изучает Долину Настойчивости

Марсоход “Опортьюнити” (“Opportunity”; запущен 7 июля 2003 г., работает на Марсе с 25 января 2004 г.; Земля и Вселенная, 2004, № 1, с. 31, 36–37; 2015, № 1, с. 41–42) в начале мая 2017 г. достиг главной цели своей расширенной миссии продолжительностью два года – древней Долины

Настойчивости, вырезанной на поверхности Марса потоками жидкости; она располагается на внутреннем склоне гребня обширного марсианского кратера. Долина протянулась вниз от гребня внутрь кратера под наклоном 15–17° на расстояние порядка 200 м.

На сегодня “Опортьюнити” продолжает функционировать в течение 150 месяцев – уже более чем в 50 раз превысив запланированный срок в 90 сол (марсианские сутки), проехав к концу октября 2016 г. по поверхности планеты 43,45 км.

Процесс, в результате которого образовалась Долина Настойчивости на

гребне кратера Индевор миллиарды лет назад, до сих пор остается неизвестным. Среди возможных механизмов ученые называют влияние потоков воды или обломков горных пород и грязи, слегка смоченных водой, или даже более “сухой” процесс – ветровую эрозию. Марсоход выполнил несколько серий снимков долины с двух точек, находящихся на большом удалении друг от друга. Такой метод поможет получить ценную информацию для подробного трехмерного анализа этой местности.

*Пресс-релиз NASA,
16 мая 2017 г.*

“Кьюриосити”: исследования у подножия горы Шарпа

В феврале 2017 г. марсоход “Кьюриосити” (“Curiosity”); запущен 26 ноября 2011 г., работает на Марсе с 6 августа 2012 г.; Земля и Вселенная, 2012, № 3, с. 110–112; 2013, № 5, с. 37; 2015, № 1, с. 50–51; 2017, № 2, с. 16) переехал небольшую песчаную дюну в кратере Гейла в формации Мюррей в районе горы Шарпа (Mount Sharp), которую ученые называли “Dingo Gap”. Переход через эту дюну позволил марсоходу переехать на местность с относительно гладкой и мягкой поверхностью.

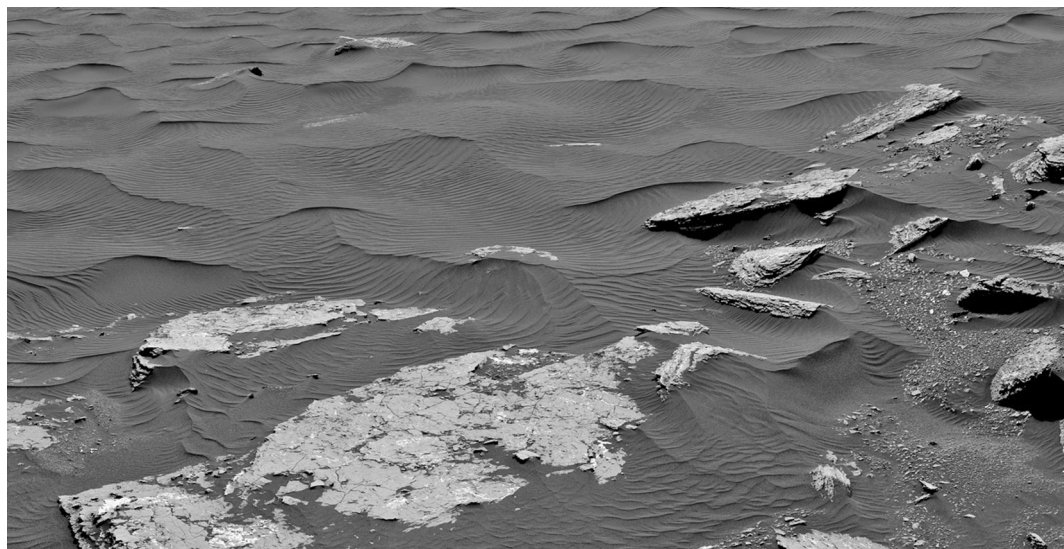
Передвижение по такой поверхности, по мнению ученых, позволит снизить риск дальнейшего износа колес. За несколько дней он проехал часть пути “задним ходом” – для того, чтобы протестировать такой способ передвижения, позволяющий сберечь колеса. “Кьюриосити” удалось сделать несколько удивительных новых снимков – пейзажей с рядами камней и возвышающуюся гору Шарп высотой 5,5 км, плохо различимую. Ученые надеются, что подножия горы – пункта назначения марсохода – ровер сможет достичь к середине 2017 г.

После обнаружения марсоходом необычных песчаных отложений поблизости от горы Шарпа ученые предположили, что на Марсе жидкая вода существовала намного дольше, чем считалось ранее. Известно, что более 3 млрд лет назад

кратер Гейл когда-то был озером с водой, пригодной даже для питья. Изучение донных отложений, проведенное с помощью научных инструментов марсохода, показало, что условия в разных частях озера существенно различались – на мелководье откладывались одни минералы, на глубине – другие; типичные размеры осадочных слоев также различались. Разные части озера были благоприятны для жизни нескольких видов микроорганизмов. (Аналогичная стратиграфия наблюдается и в земных озерах.) Можно предположить, что микроорганизмы в этом районе были и после полного испарения озера, на это указывают значительные запасы влаги в почве. Формирование этого плато происходило в “безводную” эпоху Марса. Мелкий песок в расклинах скал, по мнению



Часть панорамы в районе подножия горы Шарпа на Марсе. Видны тянущиеся на многие десятков метров дюны, сформированные из отложений древнего озера, и обнаженные скалы. Снимок сделан 4 мая 2017 г. с помощью камеры Mastcam марсохода “Кьюриосити”. Фото NASA/JPL...



Активные линейные дюны, сформированные осадочными породами в районе горы Шарпа. Снимок сделан в апреле 2017 г. с помощью камеры Mastcam марсохода “Кьюриосити”. Фото NASA/JPL.

ученых, “принесла” вода, временами заполнявшая почву и трещины в кратере Гейл. Подобные песчаные дюны были обнаружены практически на всем плато Науклфт и в наиболее возвышенных участках горы Шарпа. Это говорит о наличии жидкой воды на Марсе в течение миллиарда лет (в том или ином виде, даже после пересыхания всех океанов и других водоемов).

Поднимаясь вверх по горе от полосы волнистых песчаных дюн, марсоход с помощью инструмента SAM анализировал небольшую пробу темного песка с целью определения химического и минералогического состава дюн. Среди вопросов, на которые должны ответить ученые, будет и такой: каким

образом эрозия формирует дюны, имеющие различные формы. Оказалось, что фрагменты горных пород, собранные в результате четырех проб, сформировались в присутствии жидкой воды. Воды древнего озера отличались разными показателем кислотности и окислительно-восстановительным потенциалом. Около горы Шарпа располагаются магматические породы, богатые магнием и железом и напоминающие базальты Гавайских островов. Выше лежат минералы, более богатые кремнеземом; найден кварц и тридимит. На Земле тридимит находят в осадочных породах, подвергшихся частичному расплавлению, и в континентальной коре. Это очень странно, потому

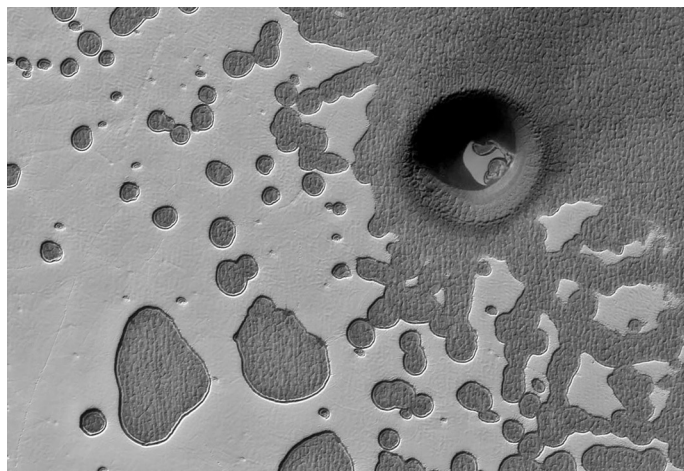
что на Марсе никогда не было тектоники плит. Обнаружен минерал ярозит – соль, откладывающаяся в кислых растворах! Наличие в одном и том же месте глины и ярозита говорит о том, что кислотность воды там значительно менялась. Степень окисления железа в найденных минералах говорит о том, насколько в древности эта среда была окислительной.

В середине 2017 г. марсоход “Кьюриосити” продолжит восхождение по склону горы Шарпа, изучая все более молодые породы, продолжая “читать” – от прошлого к будущему – летопись климата Красной планеты.

*Пресс-релизы NASA/JPL,
7 и 31 мая, 6 и 13 июня
2017 г.*

Гигантский провал на Марсе

В Южном полушарии Марса американский ИСМ “Марсианский орбитальный разведчик” (“MRO”; запущен 12 августа 2005 г., работает орбите Марса с 30 марта 2006 г.; Земля и Вселенная, 2005, № 6, с. 56; 2015, № 1, с. 45–46) с помощью камеры высокого разрешения HiRISE обнаружил огромное отверстие в грунте размером в несколько километров. Точно такую же яму “MRO” сфотографировал 10 лет назад. Специалисты внимательно изучили снимок, сделанный спутником 25 марта 2017 г.: на марсианской поверхности лежит водяной лед или замерзшая углекислота; они образовали проталины и сформировали ландшафт, который называют за внешнее сходство “швейцарским сыром”. Некоторые ученые предположили, что вмятина образовалась вследствие падения на поверхность Марса другого небесного



Участок марсианской поверхности в виде “швейцарского сыра” со следами водяного льда или замерзшей углекислоты. Вверху зияет огромное отверстие диаметром несколько километров. Снимок получен в марте 2017 г. с помощью камеры высокого разрешения HiRISE AMC “Марсианский орбитальный разведчик”. Фото NASA/JPL.

тела, например, метеорита. Хотя специалисты NASA сомневаются, что провал образовался после падения метеорита, так как впадина не похожа на ударный кратер. Выдвигалась также гипотеза, что аномалия появилась в результате каких-то геологических явлений. Возможно, в глубинах Марса происходят процессы, подобные земным; не исключено, что провал в грунте – примерно такой же природы, как и те, которые в последнее время

найжены на Ямале. Марсианские и земные провалы похожи, но есть и существенное их отличие: у земных – дно бесформенное, у марсианских – ровное, плоское и с проплешинами. Впечатление такое, что там оказались те проплешины, которые раньше были на поверхности: то есть, эти “дырки от швейцарского сыра” вдавлены. Как? – Пока не ясно.

*Пресс-релиз NASA,
3 июня 2017 г.*

Признаки мерзлоты на Луне

Ученые, используя данные, собранные AMC “Лунный орбитальный разведчик” (“Lunar Reconnaissance

Orbiter”, “LRO”; запущен 19 июня 2009 г., работает на орбите Луны с 23 июня 2009 г.; Земля и Вселенная, 2009, № 6; 2015, № 1, с. 48–49), идентифицировали яркие области поверхности внутри кратеров близ южного полюса Луны; они достаточно холодные

для существования в них мерзлоты. Эти новые доказательства были получены в результате анализа, в котором температуры поверхности сравнивались с информацией о количестве света, отражаемого лунной поверхностью. Холодные участки Луны близ

ее Южного полюса – слишком яркие, чем им следовало бы быть; это может указывать на присутствие там льда. Лед на Луне напоминает собой мерзлоту, промерзший грунт. Считается, что водяной лед на Луне может существовать в “холодных ловушках” – постоянно затененных зонах – таких, как дно глубокого кратера или нижняя часть неосвещаемой Солнцем стенки кратера. Сравнение температуры самых холодных областей в этом районе указали на присутствие льда (или других материалов) с высокой отражательной способностью.

*Пресс-релиз NASA,
1 июня 2017 г.*



Район Южного полюса Луны. В центре изображения – точки; они указывают на наличие мерзлоты или залежание водного льда. Снимок получен в мае 2017 г. АМС “Лунный орбитальный разведчик”. Фото NASA/JPL.

Информация

Три пригодные для жизни планеты

22 февраля 2017 г. NASA объявило об обнаружении семи экзопланет у звезды TRAPPIST-1 (красный карлик массой 8% $M_{\odot}$; в 40 св. годах от нас в созвездии Водолея). На трех из них вода может существовать в жидком виде, а их масса предположительно сопоставима с земной. Астрофизики нашли “намек” на присутствие кислорода и углекислоты в их атмосферах. Открытие сделал астроном из Института технологий и астрофизических исследований Университета Льежа (Бельгия) Мишель Жильон. В мае

2016 г. вблизи TRAPPIST-1 с помощью 6-м телескопа TRAPPIST (TRANSiting Planets and Planetesimals Small Telescope – нахождение планет и планетозималей малым телескопом транзитным методом) Европейской Южной Обсерватории в Чили ученые обнаружили три кандидата в экзопланеты, подобные Земле.

М. Жильон и его коллеги изучали свойства этих планет, наблюдая за звездной системой с помощью космической обсерватории “Спитцер”. Как отмечают ученые, они предполагали, что смогут легко получить информацию о размерах, массе и составе атмосферы планет благодаря небольшому расстоянию до TRAPPIST-1, спокойному характеру звезды и ее малым размерам,

облегчающим наблюдения за тенью планет на ее поверхности. Оказалось, что планет на самом деле не три, а семь; причем шесть из них находятся в пределах зоны обитания. Благодаря высокому разрешению телескопов и длительным наблюдениям планетологам впервые удалось очень точно измерить диаметр и массу планет, получить некоторые данные о составе их атмосфер.

Все планеты по размеру схожи с Землей – их радиус составляет от 0,7 до 1,08 радиуса нашей планеты, а масса – от 0,41 до 1,38. В отличие от нашей планеты, они вращаются по очень тесной орбите вокруг TRAPPIST-1 – год на них длится от полутора дней до примерно двух недель. Даже последняя планета системы, TRAPPIST-1h,

располагается примерно в четыре раза ближе к звезде, чем Меркурий к Солнцу. При этом почти на всех планетах должен быть климат, похожий на земной, со средними температурами поверхности около нуля или $-20-30^{\circ}\text{C}$. Только у двух близких к звезде планет колебания температуры составляют $+70-100^{\circ}\text{C}$, что, вероятно, делает их более похожими на Венеру, чем на Землю.

Если говорить о вероятности развития жизни, то на эту роль пока больше всего претендуют три центральные планеты — d, e и f. Наибольшие шансы на зарождение жизни есть у планеты f, климат которой довольно мягкий и прохладный для того, чтобы на ней могла существовать вода и органика. Точный ответ на этот вопрос станет известен уже в ближайшие годы,

а достоверные сведения о ее обитаемости могут быть получены в текущем десятилетии.

Открытие семи планет у TRAPPIST-1 пока не позволяет говорить о том, как часто в нашей Галактике могут встречаться планетные системы, аналогичные нашей (или похожие на нее).

*Пресс-релиз NASA,
22 февраля 2017 г.*

Информация

KTX: галактики NGC 4302 и NGC 4298

Космический телескоп Хаббла (KTX) 20 апреля 2017 г. получил ошеломляющие снимки двух сталкивающихся спиральных галактик NGC 4302 и NGC 4298, расположенных на расстоянии 55 млн св. лет в созвездии Волос Вероники (см. стр. 4 обложки). Изображение сделано в честь 27-летия работы KTX на околоземной орбите (запущена 24 апреля 1990 г.; Земля и Вселенная, 1990, № 4, с. 46; 2005, № 3, с. 26–29; 2005, № 6; 2010, № 6). Обе эти галактики являются частью гравитационно связанного скопления Девы,

состоящего из почти из 2 тыс. отдельных галактик. NGC 4302 немного меньше нашего Млечного Пути; галактика NGC 4298 составляет половину размера своего компаньона. Они отделены друг от друга расстоянием в 7 тыс. св. лет. Астрономы очень удивлены (учитывая их очень близкое расположение) очевидным отсутствием любого гравитационного взаимодействия между ними — присутствует только незаметный слабый “мост” нейтрального водорода. Длинные приливные хвосты и деформации в их структуре, типичные для галактик, лежащих так близко друг к другу, полностью отсутствуют.

Галактика NGC 4298 обращена к нам своей плоскостью, из-за чего мы можем в подробностях разглядеть ее спиральные рукава и участки звездообразования. Галактика NGC 4302

обращена к нам ребром, она окружена пылью; вспышки в нижней ее части указывают на область чрезвычайно энергичного рождения молодых звезд. Обнаруженные очень слабые хвосты газа, выходящие от этих двух галактик в сторону от центра скопления Девы, указывают на то, что они совсем недавно “прибыли” в группу и в настоящее время движутся к центру скопления, к сверхгигантской эллиптической галактике M87 (NGC 4486) — одной из самых крупных известных галактик. При движении они сталкиваются с горячим газом межгалактической среды, он действует как сильный ветер, срывая газ и пыль галактик и создавая такие хвосты.

*Пресс-релиз
Института KTX,
20 апреля 2017 г.*

Ульяновскому планетарию – 15 лет

25 декабря 2001 г. в Ульяновске открылся мини-планетарий. Жители города впервые смогли увидеть звездное небо на его куполе. “Праздником культуры и науки” назвала это замечательное событие одна из гостей.

Планетарий расположен в историческом центре города – в здании музея “Метеорологическая станция Симбирска”, входящего в состав “Музея-заповедника Родина В.И. Ленина”. Открытие единственного в городе и области

Планетария стало возможным благодаря творческой и организаторской инициативам бывшей в то время заведующей музеем Раули Халимуловны Салаховой и директора музея-заповедника Александра Николаевича Зубова. Ульяновский



Здание музея “Метеорологическая станция Симбирска. Планетарий”. Фото В.Е. Панова.



Звездный зал. Фото из архива Планетария.

мини-планетарий входит в Ассоциацию планетариев России (АПР) и Международное общество планетариев (IPS).

В Звездном зале Планетария установлен сферический проекционный аппарат “Школьный планетарий”, изготовленный московской фирмой “Элайн-К”. Аппарат представляет собой полый металлический шар диаметром 390 мм, сложенный из двух полушариев, внутри которых по центру размещен источник света. Лучи, проникающие сквозь многочисленные отверстия в полушариях, создают на куполе аналог звездного неба. С помощью

аппарата воссоздаются основные созвездия Северного и Южного полушарий небесной сферы – около полутора тысяч звезд – от нулевой до четвертой звездной величины. На полотняном куполе также воспроизводятся эклиптика, солнечное затмение, полярное сияние, галактики и туманности.

В экспозиции Планетария представлены глобусы Земли, Луны, Марса; звездного неба, теллурий; модель Солнечной системы; подвижная карта звездного неба; зрительная труба; телескоп “Мицар”. Интерьеры Звездного зала оформлены

широкоформатными фотографиями туманностей и звездных скоплений, изображениями зодиакальных созвездий из Атласа польского астронома XVII в. Яна Гевелия.

Музейные работники гордятся ценными экспонатами, представленными в экспозиции. Одним из них стал фрагмент Сихотэ-Алинского метеорита массой 6,425 кг – одного из самых известных в мире гигантских метеоритов (Земля и Вселенная, 1968, № 5). Нашему планетарию метеорит предоставлен специалистами Комитета по метеоритам г. Москвы. Музей-заповедник “Родина В.И. Ленина” обладает



Карта звездного неба И.Г. Дюпелльмайера (1730-х гг.) из собрания музея. Фото А.И. Рошупкина.

коллекцией астрономических гравюр и карт звездного неба, изданных в период с 1660 по 1800 гг.

В 2012 г. в музей поступили 13 уникальных предметов от А.Л. Кусякина – члена-учредителя московского Клуба коллекционеров изобразительного искусства, представителя Международного Лондонского общества коллекционеров карт (IMCOS) в России. Особое внимание

в этой коллекции заслуживает гравюра “Коронация бога моря Нептуна” – титульный лист, которым открывается “Морской атлас” (1680 г.) Йоаннаса Ван Кейлена – известного голландского картографа, издателя морских карт и атласов. Титульные листы всегда украшали многие атласы тех веков и оставались отдельным – пожалуй, самым декоративным видом книжной графики. Также в фондах есть два

листа знаменитого атласа “Гармония Макрокосмоса” (1660 г.) – математика голландско-немецкого происхождения, инженера и картографа Андреаса Целлариуса и два листа атласа “Уранография” (1800 г.) немецкого астронома Иоганна Элерта Боде (1747–1826). Блестящим примером художественной подачи научного материала в эпоху Просвещения являются представленные карты светил, созвездий

и комет, выполненные немецким астрономом, математиком и картографом Иоганном Габриелем Дюпелльмайером (1677–1750).

С целью популяризации музейной коллекции, повышения уровня эстетического воспитания наших гостей, а также пробуждения интереса посетителей к астрономии Планетарий издал каталог астрономических гравюр и карт звездного неба “Лики небес”.

Отдельный раздел занимает экспозиция “Симбирск–Ульяновск на звездном небе”, посвященная 14 малым планетам Солнечной системы, носящим имена известных людей нашего края (“Карамзин”, “Гончаров”, “Сахаров”, “Трешников”, “Владилена”).

Планетарий призван распространять знания о Земле и Вселенной среди широких масс населения, формировать целостную естественно-научную картину мира у подрастающего поколения. Формы нашей работы разнообразны: лекции, сопровождающиеся презентациями, мультимедийные занятия, беседы, викторины, конкурсы, праздники, астрономические наблюдения, выставки, концерты.

В библиотеке много научной и научно-популярной литературы, в том числе астрономические календари и звездные



Участники мастер-класса на программе “Романтический вечер под звездами”. 13 февраля 2016 г. Фото из архива Планетария.

атласы. Ежегодно разрабатываются новые программы и лекции, становятся более интересными планы занятий с детьми – те формы работы, которые имеют не только научно-просветительское, но и образовательное и воспитательное значение.

Лекционная деятельность дает возможность понять природу наблюдаемых тел и явлений во Вселенной, постичь красоту космических просторов. Лекции носят не только учебный характер (по астрономии, космонавтике, географии, истории, природоведению), но имеют и познавательно-развлекательную направленность. В своей работе лекторы используют слайды, фрагменты научно-популярных видеофильмов,

мультимедийные презентации. Нередки и выездные лекции на разнообразные темы – “Освоение космоса”, “Солнечная система”, “Угрозы из глубин космоса”, “Выдающийся астроном эпохи Возрождения Николай Коперник”. Эта форма работы позволяет приобщать к астрономии ребят из отдаленных общеобразовательных школ.

Сейчас Планетарий успешно функционирует в рамках обзорных и тематических лекций и бесед. В культурно-образовательную программу для ребят дошкольного и младшего школьного возраста включено занятие “В гостях у Звездочета”, в форме игры позволяющее детям совершить удивительное путешествие по таинственному Млечному Пути,



Посетители астрономического вечера "Охотники за метеоритами". 9 апреля 2015 г. Фото из архива Планетария.

в мир звезд и созвездий. Встречу с юными гостями экскурсовод проводит в костюме Звездочета, что вызывает у ребят неподдельный восторг. Названия тематических лекций и занятий говорят сами за себя – "А мне летать охота!", "Человек в небе", "Как рождаются и угасают звезды", "Угрозы из глубин космоса", "Освоение космоса", "Солнечная система". Некоторые из этих занятий включены в абонементы для школьников под общим названием "Воспитай патриота!" и в абонементы для студентов "Точка опоры".

Научными сотрудниками музея подготовлена программа, по которой они работают в летних школьных лагерях, – "Солнце, воздух и вода – наши верные друзья";

с ее помощью ребята знакомятся с основными факторами формирования погоды на Земле. Она состоит из цикла занятий: "Солнечный лучик" (о солнечном излучении, о роли Солнца в жизни природы и человека), "Вода – это жизнь" (занятие о круговороте воды в природе, об агрегатных состояниях воды, о ценности воды в жизни человека), "Воздух-невидимка" (о воздушном океане, свойствах воздуха, об атмосферных явлениях). В ходе каждого занятия организуются конкурсы, игры, викторины.

Большим интересом школьной аудитории пользуются традиционные музейные праздники: День метеорологии, День Земли, День космонавтики, проводимые

в Звездном зале; дни рождения, новогодние космические путешествия. Специально для семейных посетителей в выходные дни организованы постоянные сеансы с обзорной лекцией "Вселенная вокруг нас".

Одна из перспективных задач Планетария – привлечение молодежной аудитории. На протяжении многих лет для молодых людей организуются программы "Романтический вечер под звездами" (в рамках празднования Дня Святого Валентина) и "Дамская вечеринка" (к Международному женскому дню). Устраиваются праздники для влюбленных и дам с романтическими историями известных созвездий, мастер-классами по изготовлению сувениров для любимого человека, наблюдениями в телескоп звездного неба. Инновационной стала досуговая программа "Свидание под звездами", предназначенная для влюбленной пары – такой романтический подарок оригинален и незабываем.

Огромный отклик у горожан вызывают астрономические вечера с наблюдениями в телескоп небесных тел, периодически проводимые в Планетарии. Они посвящаются определенным событиям – таким, как необычные и редкие небесные явления; бывают приурочены к памятным датам жизни и



Наблюдения частного солнечного затмения, 20 марта 2015 г. Фото из архива Планетария.

научной деятельности известных ученых-астрономов: “Свидание с Марсом”, “Пламя Ориона”, “Остановивший Солнце, сдвинувший Землю...”, “Увидеть все!”, “Первопроходцы Вселенной”, “Per aspera ad astra!”, “Горбатый Мерин, Лапоть и Старикова Тросточка”. Для каждой астрономической программы разрабатывается свой сценарий, содержащий научную информацию; в него входят тематические выступления приглашенных астрономов, музыкантов; интеллектуальные конкурсы и викторины; мультимедийные презентации и видео-

фильмы. И, конечно, когда нам благоприятствует погода, мы проводим астрономические наблюдения в телескоп. Например, гости наших программ стали свидетелями солнечного затмения (31 мая 2003 г., 20 марта 2015 г.), прохождения Меркурия (7 мая 2003 г.) и Венеры (8 июня 2004 г.) по диску Солнца; противостояния Марса (29 августа 2003 г.). Эти неописуемые зрелища несравнимы, наверное, ни с чем. С помощью телескопа “Мицар” и зрительной трубы желающие могли наблюдать Луну, планеты, звезды и туманности.

Постоянно пополняется альбом астрономических фотографий “Вселенная в фотографиях”, в который попадают снимки необычных и интересных явлений на небе.

Любительские астрономические наблюдения открывают новый увлекательный мир. Такие вечера запоминаются надолго, приносят радость открытия, самостоятельного познания окружающего мира.

Начиная с 2006 г., наш планетарий участвует в ежегодной акции “Ночь в музее”. К телескопам выстраивается большая очередь: от площадки



Наблюдения в рамках акции “Ночь в музее”, 19 мая 2012 г. Фото из архива Планетария.

наблюдений – до ворот музея. Действительно, интерес к космосу неиссякаем. Уже много лет подряд безвозмездную помощь нам оказывает магазин оптических приборов “Четыре глаза”, который предоставляет телескопы для наблюдений и направляет специалистов для консультаций по небесным объектам.

В музее по астрономической тематике работали выставки, наиболее значимыми и успешными из которых стали “Дорога к звездам” (марки и конверты с космической символикой из частной коллекции В. Равоткина, г. Ульяновск), “Игра с волчком, или длинная

история с Полярными звездами” (репродукции звездных карт из атласа Яна Гевелия; информация о прецессии земной оси, “Лики небес” (представлены титульные листы из атласов и карты звездного неба известных европейских гравиров XVII–XVIII вв. из частной коллекции А.Л. Кусакина, г. Москва); “Метеоритный дождь в Ульяновске” (коллекция метеоритов, тектитов и импактитов из Музея истории мироздания, г. Дедовск).

Активное участие в выставках-конкурсах детского рисунка “Астрономия в картинках”, “Маленький принц”, “Вдох-

новленные небом” принимали учащиеся образовательных и художественных школ.

В средствах массовой информации и научно-популярных изданиях периодически выходят публикации на различные темы астрономической направленности, отражающие интересные музейные события. С марта 2003 г. по апрель 2005 г. сотрудники Планетария на областном радио вели еженедельную научно-популярную радиопередачу “Вселенная вокруг нас”.

Одним из эффективных способов популяризации научных знаний являются тематические

образцы сувенирной продукции. Планетарием изданы наборы открыток “Космические туманности и галактики”, “Зодиакальные созвездия”, вечный календарь, набор закладок для книг.

За 15 лет работы удалось завоевать аудиторию посетителей – от самых юных до зрелых, приходящих к нам снова и снова, аудиторию ценителей красоты Вселенной. В течение года в Звездном зале проводится около 500 программ и лекций, нас посещают более 10 тыс. человек. Сегодня коллектив активно работает над расширением деятельности Планетария и надеется добиться новых творческих успехов. Мы всегда рады своим благодарным слушателям и зрителям. Одна из посетительниц оставила в Книге отзывов следующие строки:

“Пока мы смотрим в небо и интересуемся космосом, Земля будет жить и Солнце светить!” (Т.Д. Дементьева, 26 июня 2003 г.).

А что ждет наш Планетарий в будущем? Анализируя опыт создания российских планетариев и современные тенденции их развития, мы планируем расширять возможности Ульяновского планетария, насыщать его дополнительным оборудованием, демонстрационными, информационно-методическими материалами.

Хотим поделиться с читателями теми задачами, которые мы будем стремиться решать: дополнить имеющийся точечный аппарат цифровым мультимедийным проектором с возможностью полнокупольной демонстрации; построить обсерваторию с автоматизированным

куполом; приобрести новый современный телескоп; подготовить астрономическую площадку (возможно, совместить ее с метеорологической площадкой) и установить на ней солнечные часы, маятник Фуко и другие приборы; заказать изготовление макетов космических кораблей, станций и ракет-носителей; оборудовать кабинет занимательных опытов (с демонстрацией различных природных, метеорологических, астрономических явлений, законов физики). При финансовой поддержке наших творческих инициатив все видится возможным.

И.М. МИХАЙЛОВА,
старший научный
сотрудник музея
“Метеорологическая
станция Симбирска.
Планетарий”
Музея-заповедника
“Родина В.И. Ленина”

Р.С. Редакция журнала “Земля и Вселенная” желает сотрудникам Планетария г. Симбирска успешной реализации в короткие сроки их планов и инициатив, результат которых – увеличивающиеся ряды любителей астрономии и космонавтики.

Музей К.Э. Циолковского в селе Ижевском

*“Корни-то мои в рязанской земле.
В том краю протекли едва ли не лучшие годы
и грамоте мать научила,
и первые смелые мысли пришли”, -*

К.Э. Циолковский

Мещера... Таинственный лесной край. Край задумчивых рек и озер, непроходимых болот, край туманных рассветов и пестрых цветов на лугах. Край, давший человечеству величайшего гения, – Константин Эдуардович Циолковский (Земля и Вселенная, 2007, № 5). Именно отсюда, из старинного села Ижевского, пролегла первая тропинка в космические дали, в глубины Вселенной.

“С большим удовольствием прочитал письмо, в котором вы описываете родину К.Э. Циолковского. Я слышал о селе, в котором родился Константин Эдуардович, очень хотелось бы побывать там, но в настоящее время приехать не могу в связи с занятостью по службе. Сердечное спасибо вам за приглашение посетить ваши чудесные места, связанные с именем

Константина Эдуардовича. Благодарные потомки никогда не забудут человека, предвидевшего наше славное настоящее. Как только представится мне возможность, я обязательно приеду к вам...

*Летчик-космонавт СССР
Ю.А. Гагарин”.*

Так ответил Юрий Алексеевич на письмо жителей с. Ижевского Рязанской области. Этот ответ стал экспонатом № 1 нашего музея.

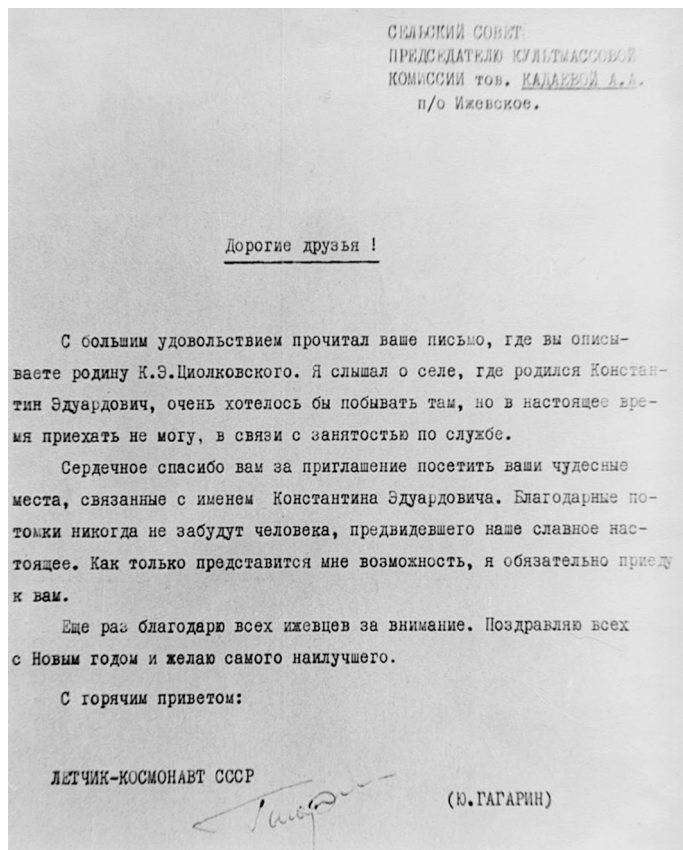
Музей начал свою работу 17 сентября 1967 г., в 110-ю годовщину со дня рождения ученого. Инициаторами его создания стали заслуженный врач Латвии С.А. Агурейкин, заслуженный деятель науки Туркменской ССР И.А. Мосолов, учителя Ижевской средней школы П.Д. Акишин и В.А. Тепляков, бывший

бухгалтер С.М. Вострухин, заведующая библиотекой А.А. Кадаева и журналист районной газеты “Знамя” А.И. Коваль. Началась работа по сбору материалов для экспозиции. Действенную помощь фотографиями, трудами К.Э. Циолковского и ценными советами оказали сотрудники Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского в Калуге и внук ученого – Алексей Вениаминович Костин, а также сотрудники Московского политехнического музея и Рязанского историко-архитектурного музея-заповедника.

Первое время музей в Ижевском работал на общественных началах, а с июля 1969 г. стал филиалом Рязанского историко-архитектурного музея-заповедника, директором назначили А.И. Ковалья. Анатолий Иванович охотно принял

на себя заведование музеем, по-настоящему увлекся поисками новых материалов о жизни и деятельности К.Э. Циолковского (особенно его рязанского периода), о претворении в жизнь идей ученого и об успехах в развитии космонавтики. Он стал душой этого нового интересного дела, полностью захватившего энтузиаста и ставшее смыслом всей его жизни. Завязались знакомства с людьми, увлеченными идеями К.Э. Циолковского и даже знавшими его лично. Все что-то дарили музею — это помогло значительно пополнить число экспонатов.

Горячо поддержал создание музея на родине К.Э. Циолковского уроженец с. Ижевского А.П. Балашов. Начиная с 1973 г., Алексей Павлович организовывал ежегодные встречи земляков в последнее воскресенье мая у памятника Константину Эдуардовичу на Аллее Героев космоса в Москве. На эти встречи всегда приглашали много интересных людей, в том числе и летчиков-космонавтов. Это увеличивало популярность музея и число его друзей. Постепенно фонды пополнялись новыми материалами: это работы К.Э. Циолковского, старинные предметы быта и мебель, образцы космического питания, макеты первого искусственного спутника



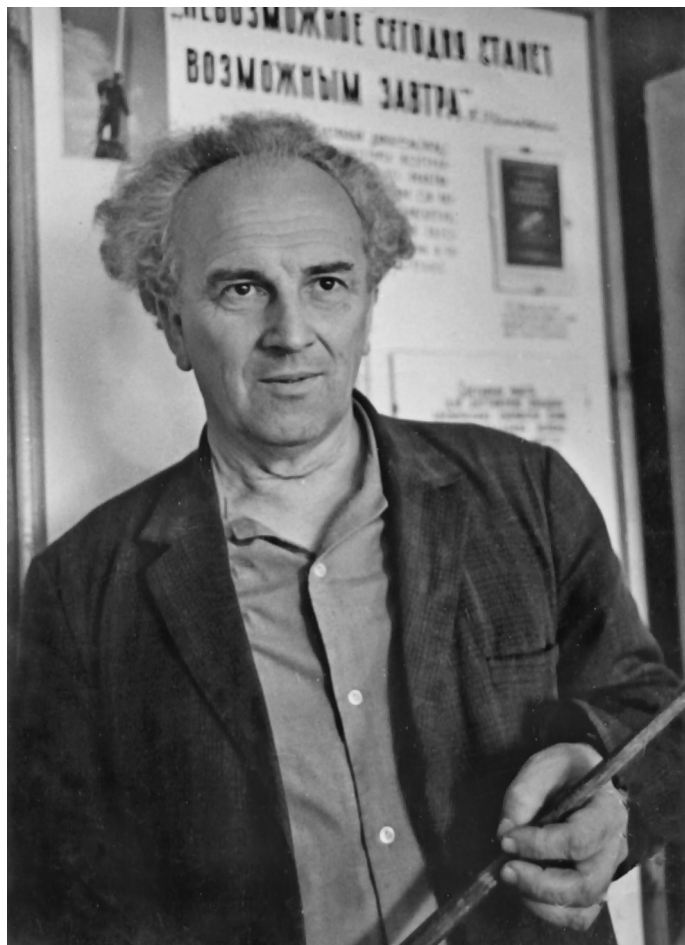
Первый экспонат музея — письмо Ю.А. Гагарина.

Земли, лунохода; оболочки дирижабля; ракеты ГИРД-09 и -03.

Начали думать о расширении площади музея. По инициативе А.П. Балашова в сентябре 1974 г. было принято решение об установлении памятника К.Э. Циолковскому на его родине.

17 сентября 1977 г., к 120-й годовщине со дня рождения К.Э. Циолковского, состоялось торжественное открытие памятника великому основоположнику теоретической космонавтики

(авторы — скульпторы А.П. Усаченко и П.М. Криворучкий, архитектор И.И. Сенченко) и новой экспозиции музея в новом здании. На открытии присутствовал Герой Советского Союза летчик-космонавт Ю.Н. Глазков. Оформлением новой экспозиции музея занимался рязанский художник Владимир Федорович Шипов. Его проект получил высокую оценку посетителей. Музею передали спускаемый аппарат космического корабля "Союз-22",



Первый директор музея А.И. Коваль.



Открытие памятника К.Э. Циолковскому и новой экспозиции в другом здании. 1977 г.

на котором космонавт-рызалец дважды Герой Советского Союза В.В. Аксёнов вместе с командиром корабля летчиком-космонавтом дважды Героем Советского Союза В.Ф. Быковским вернулись на родную землю. Позже удалось получить парашют от этого спускаемого аппарата и скафандр летчика-космонавта дважды Героя Советского Союза О.Г. Макарова.

Разместить в здании музея эти уникальные экспонаты было невозможно, поэтому к 125-летию со дня рождения К.Э. Циолковского, в 1982 г., появилась пристройка по размерам чуть меньше самого музея. На торжественном открытии обновленной экспозиции присутствовал наш уважаемый гость — летчик-космонавт В.В. Аксёнов.

Центральное место в новом зале занял спускаемый аппарат корабля "Союз-22". К 150-летней годовщине со дня рождения К.Э. Циолковского в 2007 г. открылся для посетителей дом, в котором родился великий ученый. В нем сейчас работает выставка предметов мещанского и крестьянского быта с Ижевского второй половины XIX в.: бондарные изделия, инструменты, керамика.

В настоящее время музей К.Э. Циолковского

является культурным центром рязанского края, сохраняющим и пропагандирующим научное наследие ученого. Экспозиция музея – постоянная, в ней представлены материалы о прошлом села, о жизни и научной деятельности Константина Эдуардовича, об этапах претворения в жизнь его идей. Фонд музея составляет более 6 тыс. единиц хранения.

Центральное место в зале-вестибюле музея занимает единственный прижизненный скульптурный портрет К.Э. Циолковского, выполненный скульптором И.П. Архиповым в 1927 г. (авторская копия, 1969). В этом зале проходят тематические выставки из фондов нашего музея и других музеев.

Первый зал музея знакомит посетителей с биографией К.Э. Циолковского. Открывают экспозицию материалы о селе Ижевском, рассказывающие о его истории. Экспонируются фотографии родителей и братьев ученого, дома, в котором он родился, и фотокопия выписки из метрической книги Никольской церкви, в которой сделана запись о рождении Кости Циолковского. Воспроизведен бытовой интерьер из вещей, собранных в селе и дающих представление об обстановке комнаты, в которой жила семья Циолковских. Экс-



Летчик-космонавт В.В. Аксёнов – почетный гость на праздновании 125-летия со дня рождения К.Э. Циолковского. 1982 г.



Дом, в котором родился К.Э. Циолковский.

понируется единственная детская фотография Константина в возрасте пяти лет. Посетители знакомятся с книгами

по астрономии, физике и механике, которые К.Э. Циолковский изучал в Чертковской публичной библиотеке при



Фрагмент экспозиции первого зала музея.

Румянцевском музее в Москве, занимаясь самообразованием. В витрине можно увидеть полученное им свидетельство о звании учителя; самые ранние работы Константина Эдуардовича, которые он начал в Рязани; астрономические чертежи к будущей книге “Грезы о Земле и небе”, опубликованной в 1895 г.

На стенах вывешены фотографии вятского и калужского периода жизни ученого: училищ, где он работал; дома, где он прожил 29 лет; его кабинета. Демонстрируются макеты его

самодельных слуховых трубок – “слухачей”.

Второй зал музея посвящен научным интересам К.Э. Циолковского. Ученый писал: “Основной мотив моей жизни – сделать что-нибудь полезное для людей, не прожить даром жизни, продвинуть человечество хоть немного вперед. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы. Но я надеюсь, что мои работы... дадут обществу горы хлеба и бездну могущества”.

Открывается экспозиция зала трудами ученого по аэродинамике, в развитие которой он

внес немалый вклад, экскурсанты могут увидеть книгу “Устройство летательного аппарата насекомых и птиц”, фотографию самодельной аэродинамической трубы “воздухоудвки”, изготовленной Циолковским в 1897 г., первый том собрания сочинений ученого “Аэродинамика”.

У посетителей музея вызывают интерес книги ученого о дирижабле, фотографии, образцы гофрированного металла, макеты оболочки дирижабля и насоса для наполнения ее воздухом. В экспозицию включены работы Константина Эдуардовича по



Экспозиция второго зала музея.

авиации: “Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина”, “Стратоплан полуреактивный”, “Реактивный аэроплан”, “Новый аэроплан”.

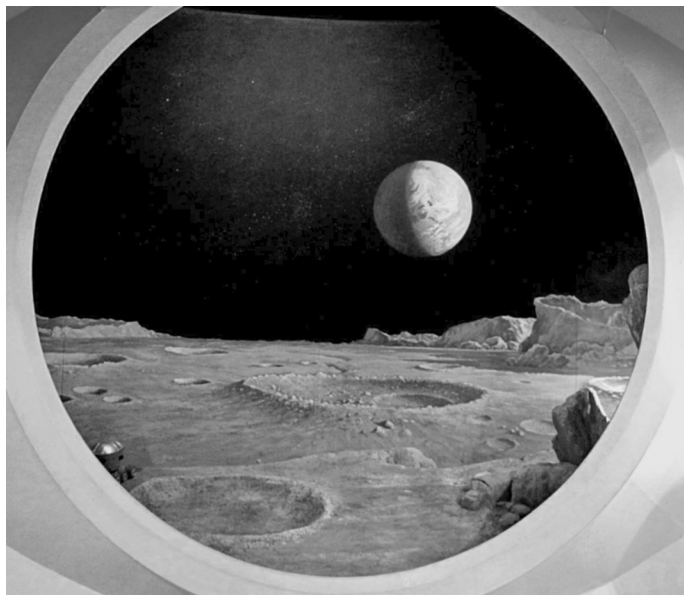
Заветная мечта Циолковского – полеты в космическом пространстве. В музее экспонируются чертежи первого космического корабля из рукописи 1883 г. “Свободное пространство” и ракеты с жидкостным реактивным двигателем”, основной научный труд К.Э. Циолковского по космонавтике “Исследование мировых пространств реактивными приборами” (1903, 1911–1912, 1914 и 1926 гг.), другие работы

Константина Эдуардовича по космонавтике (“Вне Земли”, “На Луне”, “Грезы о Земле и небе”). Большой интерес посетителей вызывает макет пассажирской ракеты, изготовленный по чертежам ученого.

В витринах выложены фотокопии рукописей и книги по другим проблемам, над которыми работал К.Э. Циолковский, – об использовании энергии Солнца и морских приливов, о транспорте на воздушной подушке, батисферах для исследования океанских глубин, о батарейной воздуходувке для домен. Это, в частности, – “Общечеловеческая

азбука, правописание и язык”, “Общественная организация человечества”, “Растение будущего”. Многие из описанного Циолковским – от заселения Вселенной до разума атома и бессмертия – далеко уходят за пределы современной науки.

Еще при жизни Константина Эдуардовича последователи начали практически осуществлять его идеи. Претворению в жизнь наследия ученого посвящены третий и четвертый залы музея. В третьем зале посетители могут познакомиться с материалами о работе первых ракетных научно-исследователь-



Диорама Луны.



Часть экспозиции четвертого зала музея.

парашютный отсек геофизической ракеты.

Здесь же – материалы о первом космонавте Ю.А. Гагарине, о первой женщине-космонавте В.В. Терешковой, о выходе в открытый космос, который выполнил летчик-космонавт А.А. Леонов. Можно познакомиться с макетом орбитальной станции “Салют-6” и пристыкованными к ней кораблями “Союз-26” и “Союз-27”. Посетителям демонстрируется глобус Луны с обозначением мест посадок станций и космических кораблей. Большой интерес вызывает лунная диорама с макетом “Лунохода-1”.

В центре четвертого зала размещен уникальный экспонат – спускаемый аппарат космического корабля “Союз-22”, демонстрируется и парашютная система спускаемого аппарата.

В витрине находятся скафандр космонавта О.Г. Макарова, образцы космического питания, инструменты для работы в космосе, макет корабля “Союз” и материалы, посвященные Генеральному конструктору ракетно-космической техники, дважды Герою Советского Союза, академику В.Ф. Уткину.

Музей награжден многими Почетными грамотами и дипломами Федерации космонавтики России.

ских и конструкторских организаций: Газодинамической лаборатории в Ленинграде, Группы изучения реактивного движения (ГИРД) в Москве.

Экспонируются фотографии и макеты первых электрических и жидкостного реактивных двигателей, ракет ГИРД, метеорологической ракеты;

За годы работы музей посетили свыше 350 тыс. человек. Научные сотрудники всегда готовы предоставить гостям сведения о жизни и деятельности великого мечтателя, его семье, об истории отечественной космонавтики; посетителям показывают видеофильмы, снятые в космосе.

В музее разработана образовательная программа “Основы астрономии и космонавтики” для учащихся 4–7 классов. В ходе ее реализации школьники не просто расширяют знания, но больше узнают о профессии космонавта, развивают умения работать в коллективе, применять знания на практике – на основах экспериментальной и научно-исследовательской деятельности человека. Специфическая черта программы – коммуникативно-ориентированное обучение: это общение не только с преподавателем, но и друг с другом, умение работать с познавательной литературой, периодической печатью, с сетью интернет. В программе активно используются обучающие фильмы “Пора в космос”, подготовленные телестудией Роскосмоса для детской аудитории; видеопрограммы, снятые на орбите летчиком-космонавтом А.А. Серебровым, а также фондовые материалы музея.



Участники спортивного праздника, посвященного Дню рождения К.Э. Циолковского, у здания музея. 2007 г.

Ежегодно в музее проводятся такие массовые мероприятия, как спортивный праздник, посвященный дню рождения К.Э. Циолковского (игровая программа для учащихся начальных классов), “Велотриал” для средних классов и игра в городки у Дома-усадьбы для старшеклассников; коллектив принимает участие в ежегодных акциях – Международного дня музеев и “Ночь в музее”. Эти акции проводят многие музеи мира. С нашими посетителями мы торжественно отмечаем День космонавтики; проводятся занятия в рамках цикла “Право не быть забытым” (об известных земляках К.Э. Циолковского – участниках

Великой Отечественной войны). Становится традиционной для музея и участие во Всероссийской акции “Ночь искусств”.

Увлекательно проходят интерактивные занятия с дошкольниками и младшими школьниками “Маленький космонавт”, занятие-игра “Звездные капитаны”, викторина “День в музее К.Э. Циолковского”.

Сохраняя свои основные функции по популяризации имени Циолковского и темы космонавтики, музей при этом выходит за рамки обычной формы работы с молодежью. Удачной оказалась идея возобновления старых традиций – в частности, игры



Космонавты и астронавты у памятника К.Э. Циолковскому. 2011 г.

в КВН. Школьно-музейная лига позволяет объединить усилия двух организаций в общих целях: во-первых, в реализации творческого потенциала детей и, во-вторых, формировании у них потребности в культурном и полезном отдыхе. По результатам интернет-голосования, в ходе проекта «Школьное путешествие по Рязанской области», организованного Министерством культуры и туризма Рязанской области в 2014 г., музей К.Э. Циолковского вошел в число первых десяти объектов

культурно-познавательного направления, которые наиболее интересны школьникам.

Начиная с 2009 г., раз в два года в музее проводится областная научно-практическая конференция «Рязань космическая». Тематика докладов постоянно развивается. Участники выступают по секциям: «История космонавтики и ее творцы», «Космическая философия», «Космос и экология», «Космос и физика». Обсуждаются вопросы значимости научных работ К.Э. Циолковского и их влияние на развитие

различных наук, проблемы и перспективы современного освоения космоса; причины климатических аномалий. Большое внимание уделяется теме космических музеев. Радует тот факт, что с каждым годом в конференции принимают участие все больше представителей молодого поколения исследователей.

За годы работы в музее сложилась своя система ценностей и приоритетов, но она требует адаптации (и соответствия) современному уровню работы музея.

Для того, чтобы не утратить свою роль и значение, для музея актуальным является вопрос развития ресурсного и творческого потенциала. Научные сотрудники регулярно принимают участие в научных чтениях, конференциях и образовательных семинарах. Это позволяет музею не только заявить о себе, но и дает возможность использовать в своей практике передовой опыт областных и государственных музейных центров.

Память о нашем великом земляке проявляется в безусловном признании его заслуг последующими поколениями. Подтверждением этому служат многочисленные встречи в нашем музее с известными деятелями науки, их потомками и последователями. Так, в 1997 г. музей посещал академик В.Ф. Уткин (уроженец Рязанской области) вместе с делегацией американских астронавтов во главе с Т. Стаффордом. В 2007 г. на рязанской земле проходила 5-я международная научно-практическая конференция «Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика», посвященная 150-летию со дня рождения К.Э. Циолковского. К 155-летию со дня рождения

основоположника теоретической космонавтики 17 сентября 2012 г. проводилась 2-я Международная школа по спутниковой навигации. Торжественное открытие Школы состоялось в нашем Ижевском.

Музей посетили делегации из разных уголков России, стран ближнего зарубежья, США, Японии, Китая, Германии, Англии, Польши, Болгарии, Испании, Кубы, Эфиопии, Уганды. С нашим музеем познакомились космонавты В.В. Аксёнов, Ю.Н. Глазков, В.В. Лебедев, А.С. Иванченко, Н.Н. Рукавишников, В.В. Ковалёнок, Г.М. Стрекалов, С.К. Крикалёв, В.А. Ляхов, а также американские астронавты Т. Стаффорд, Д. Энгл, Д. Адамс, Б. Мелник, К. Коулман и М. Ранко.

Оценка работы музея отражена в многочисленных отзывах посетителей, вот некоторые из них:

В.В. Ковалёнок: «... Побывать на родине Циолковского, наверное, должно стать целью каждого космонавта России...»;

Т. Стаффорд: «Я очень рад побывать на родине Циолковского. Для меня это такое же событие, как полёт на Луну. Это очень хороший музей»;

«Удивительное чудо – в небольшом рязанском селе создан и работает

музей, который может посоревноваться со столькими. Вот такие музеи являются ваятелями душ человеческих, воспитывают глубокие патриотические чувства, любовь к малой Родине».

С глубоким уважением
и почтением,
Н.А. Свешникова
(Минобразование России)

«Только такими музеями можно реально воспитать патриота малой Родины и России в целом. Этот музей – неговорильня, а реальное дело. Горжусь за Рязанскую землю, подарившую человечеству гения».

Семья Четвериковых,
Тверь

К.Э. Циолковский всегда самоотверженно отстаивал свои идеи и неустанно продолжал научную работу, поскольку вся его жизнь была освещена высокой целью: принести людям «горы хлеба и бездну могущества», «продвинуть человечество хоть немного вперед».

Главной миссией музея была и остается работа по увековечиванию памяти об этом великом человеке, подарившем нам звезды.

Е.Ю. ПРАЦКО,
научный сотрудник
Музея К.Э. Циолковского
с. Ижевское,
Рязанская область

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: ноябрь–декабрь 2017 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Ноябрь		
2	18	Венера проходит в 3,5° севернее звезды Спика (α Девы)
4	5	Полнолуние
6	0	Луна в перигее
6	2	<i>Покрытие Луной звезды Альдебаран (α Тельца)</i>
10	20	Луна в последней четверти
11	16	<i>Покрытие Луной звезды Регул (α Льва)</i>
13	8	Венера проходит в 0,3° севернее Юпитера
15	3	Луна проходит в 3° севернее Марса
17	0	Луна проходит в 4° севернее Юпитера
17	8	Луна проходит в 4° севернее Венеры
18	11	Новолуние
21	0	Луна проходит в 3° севернее Сатурна
21	18	Луна в апогее
22	20	Нептун переходит от попятного движения к прямому
23	18	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (22°)
26	16	Луна в первой четверти
29	23	Марс проходит в 3,1° севернее звезды Спика (α Девы)
Декабрь		
3	3	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
3	13	<i>Покрытие Луной звезды Альдебаран (α Тельца)</i>
3	15	Полнолуние
4	9	Луна в перигее
8	23	<i>Покрытие Луной звезды Регул (α Льва)</i>
10	7	Луна в последней четверти
13	1	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
13	19	Луна проходит в 4° севернее Марса
14	07	<i>Максимум метеорного потока Геминиды</i>
14	16	Луна проходит в 4° севернее Юпитера
18	6	Новолуние
19	1	Луна в апогее
21	16	Зимнее солнцестояние
21	21	Сатурн в соединении с Солнцем
23	6	Меркурий переходит от попятного движения к прямому
26	9	Луна в первой четверти
31	0	<i>Покрытие Луной звезды Альдебаран (α Тельца)</i>

Примечание. Во всех таблицах и в тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
					восход	заход	восход	заход	восход	заход
	ч	м	°	'	ч:м	ч:м	ч:м	ч:м	ч:м	ч:м
Ноябрь 01	14	25	−14	20	06:39	16:52	07:05	16:27	07:49	15:42
11	15	04	−17	21	06:53	16:39	07:25	16:07	08:23	15:08
21	15	46	−19	51	07:07	16:29	07:44	15:51	08:58	14:37
Декабрь 01	16	28	−21	45	07:19	16:23	08:02	15:40	09:31	14:11
11	17	12	−22	58	07:29	16:21	08:16	15:34	09:58	13:52
21	17	56	−23	26	07:36	16:24	08:24	15:35	10:12	13:48
31	18	40	−23	07	07:39	16:30	08:26	15:43	10:10	14:00

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время восхода Солнца 7 декабря 2017 г. в Санкт-Петербурге (широта – $59^{\circ} 57'$, долгота – $2^{\circ} 01'$, 2-я часовая зона – московское время УТ + 3°). Пользуясь *Таблицей II*, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 7 декабря, получаем $8^{\text{ч}} 47^{\text{м}}$. Вычтем из него долготу места, прибавим $3^{\text{ч}}$ – получим $9^{\text{ч}} 46^{\text{м}}$.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата		α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости
		ч	м	°	'				45°	55°	65°	
Меркурий												
Ноябрь	01	15	19,5	−19	48	−0,4	4,9	0,93	−	−	−	утро
	11	16	19,8	−23	44	−0,3	5,4	0,85	−	−	−	
Декабрь	21	17	16,6	−25	38	−0,4	6,2	0,70	−	−	−	
	01	17	54,0	−25	10	−0,1	7,8	0,40	−	−	−	
	11	17	33,2	−22	14	4,4	9,8	0,02	−	−	−	
	21	16	48,4	−19	25	0,8	8,7	0,23	−	−	−	
	31	17	03,5	−20	39	−0,3	6,8	0,59	1,2	0,8	−	
Венера												
Ноябрь	01	13	22,3	−07	03	−3,9	10,5	0,96	1,6	1,8	2,1	утро
	11	14	09,5	−11	39	−3,9	10,3	0,97	1,3	1,4	1,6	утро
Декабрь	21	14	58,2	−15	48	−3,9	10,1	0,98	1,0	1,0	0,5	утро
	01	15	48,9	−19	16	−3,9	10,0	0,99	0,4	−	−	утро
	11	16	41,6	−21	51	−3,9	9,9	0,99	−	−	−	
	21	17	35,8	−23	22	−3,9	9,9	1,00	−	−	−	
	31	18	30,7	−23	41	−4,0	9,8	1,00	−	−	−	

Таблица III (окончание)

Дата		α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости
		ч	м	°	'				45°	55°	65°	
Марс												
Ноябрь	01	12	22,3	−01	10	1,8	3,9	0,97	2,2	2,3	2,6	утро
	11	12	45,5	−03	41	1,8	4,0	0,97	2,5	2,7	3,0	утро
Декабрь	21	13	08,8	−06	08	1,7	4,1	0,96	2,9	3,1	3,4	утро
	01	13	32,3	−08	31	1,7	4,2	0,96	3,2	3,4	3,7	утро
	11	13	56,1	−10	48	1,6	4,4	0,95	3,4	3,6	3,9	утро
	21	14	20,1	−12	57	1,6	4,6	0,94	3,7	3,8	3,9	утро
	31	14	44,5	−14	58	1,5	4,8	0,93	3,9	3,9	3,8	утро
Юпитер												
Ноябрь	01	14	10,0	−12	02	−1,5	30,6	1,00	−	−	−	
	11	14	18,4	−12	46	−1,5	30,8	1,00	0,4	−	−	утро
Декабрь	21	14	26,8	−13	27	−1,5	31,0	1,00	1,5	1,6	1,6	утро
	01	14	34,9	−14	06	−1,6	31,3	1,00	2,2	2,4	2,6	утро
	11	14	42,8	−14	43	−1,6	31,8	1,00	3,0	3,2	3,5	утро
	21	14	50,4	−15	16	−1,6	32,3	1,00	3,6	3,8	4,1	утро
	31	14	57,5	−15	46	−1,7	33,0	1,00	4,2	4,4	4,6	утро
Сатурн												
Ноябрь	01	17	35,6	−22	20	0,5	15,5	1,00	1,8	1,0	−	вечер
	11	17	39,9	−22	23	0,5	15,4	1,00	1,3	0,6	−	вечер
Декабрь	21	17	44,4	−22	26	0,5	15,3	1,00	0,8	−	−	вечер
	01	17	49,3	−22	29	0,5	15,2	1,00	−	−	−	
	11	17	54,3	−22	31	0,5	15,1	1,00	−	−	−	
	21	17	59,4	−22	32	0,4	15,1	1,00	−	−	−	
	31	18	04,5	−22	32	0,5	15,1	1,00	−	−	−	

Примечание. Координаты даны на момент 0^h по Всемирному времени, F – фаза планеты.

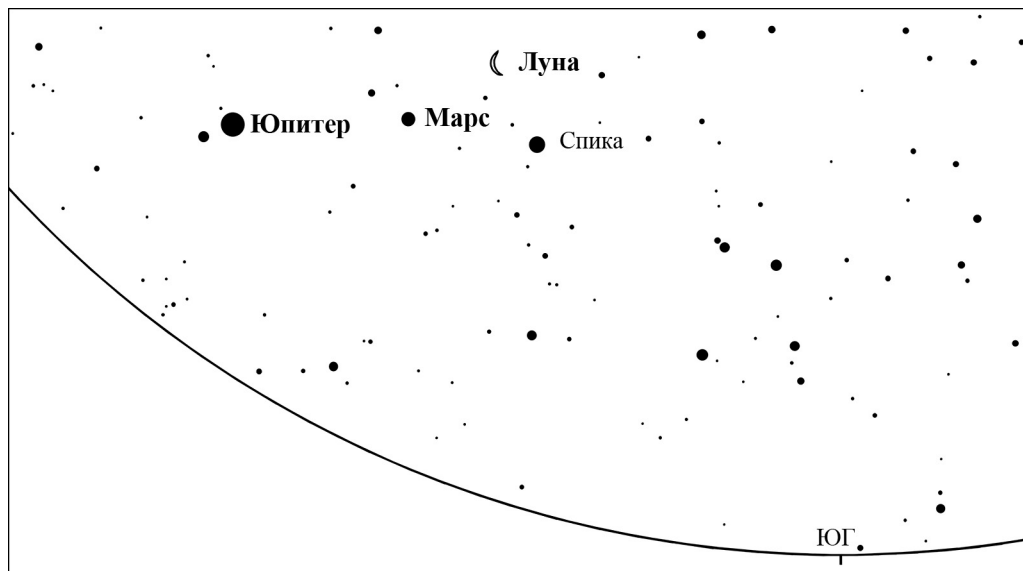
ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий не видим практически до самого конца года. Утром его появление в созвездии Змееносца начнется в последних числах года в средних и южных широтах нашей страны. Блеск Меркурия 31 декабря будет −0,3^m, видимый угловой диаметр – 6,8".

Венера в ноябре быстро приближается к Солнцу, заканчивается ее утренняя видимость. 2 ноября она проходит в 3,5° севернее звезды Спика (α Девы), 13 ноября – в 0,3° севернее Юпитера. В начале ноября Венера перемещается по созвездию Девы, 13 ноября переходит в созвездие Весы. В начале ноября, в зави-

симости от широты места наблюдения, продолжительность ее нахождения на небосклоне от 1,6 ч до 2,1 ч, со временем она уменьшается. В конце ноября в северных и средних широтах нашей страны Венера теряется в утренних лучах дневного светила. В южных широтах ее, утреннюю, можно наблюдать в самом начале декабря. Блеск Венеры в ноябре будет −3,9^m, видимый угловой диаметр уменьшится с 10,5" до 10,0". Луна пройдет вблизи нее 17 ноября.

Марс в конце года продолжает приближаться к Земле и заметен утром. В ноябре он перемещается по созвездию Девы,



Вид южной части звездного неба в Москве 13 декабря 2017 г. в 7^ч 00^м по московскому времени. Отмечены положения планет Юпитера, Марса, Луны и звезды Спика (α Девы).

21 декабря переходит в Весы. 29 ноября Марс проходит в $3,1^\circ$ севернее звезды Спика (α Девы). Видимый угловой диаметр планеты увеличивается с $3,9''$ (1 ноября) до $4,8''$ (31 декабря). Длительность его появления на небе увеличивается, в зависимости от широты места наблюдения, с 2,2 до 2,6 ч (1 ноября) до 3,8–3,9 ч (31 декабря). Блеск Марса в этот период возрастает с $1,8^m$ до $1,5^m$. Луна пройдет недалеко от него 15 ноября и 14 декабря.

Юпитер после соединения с Солнцем появляется в утреннее время сначала в южных широтах нашей страны (после 10 ноября), затем и в средних, и в северных широтах (после 20 ноября). Продолжительность видимости планеты-гиганта увеличивается и к концу года составит от 4,2 до 4,6 ч, в зависимости от широты места наблюдения. Юпитер перемещается по созвездию Девы, 15 ноября

переходит в созвездие Весы. Его блеск немного увеличивается: с $-1,5^m$ до $-1,7^m$; видимый угловой диаметр увеличивается с $30,8''$ (11 ноября) до $33,0''$ (31 декабря). Луна пройдет недалеко от Юпитера 17 ноября и 14 декабря.

Сатурн в ноябре можно наблюдать вечером, но в северных широтах он не появляется. Продолжительность видимости Сатурна в средних широтах нашей страны уменьшается: с 1,0 ч (1 ноября) до 0,6 ч (11 ноября); в южных широтах – с 1,8 ч (1 ноября) до 0,8 ч (21 ноября) и после этого времени скрывается в вечерних сумерках. В ноябре он перемещается по созвездию Змееносца, 19 ноября переходит в созвездие Стрельца. 21 декабря Сатурн находится в соединении с Солнцем. Блеск планеты-гиганта – $0,5^m$, видимый угловой диаметр немного уменьшается: с $15,5''$ до $15,3''$. Луна пройдет рядом с ним 21 ноября.

ПОКРЫТИЕ ЯРКИХ ЗВЕЗД ЛУНОЙ

В ноябре и декабре 2017 г. произойдет несколько покрытий Луной ярких звезд – Альдебарана (α Тельца; $0,9^m$) и Регула (α Льва; $1,4^m$), которые можно наблюдать на территории России. Эфемериды приведены для некоторых городов России, время указано Всемирное (для населенных пунктов, помеченных знаком “звездочка” в таблице ниже, открытие происходит на следующую дату).

ПОКРЫТИЯ ЯРКИХ ЗВЕЗД ЛУНОЙ

Город	Покрытие звезд Луной			Появление звезд из-за Луны		
	час	мин	сек	час	мин	сек
Покрытие Луной звезды Альдебаран 6 ноября						
Архангельск	02	53	03	03	50	40
Калининград	02	56	27	03	48	50
Краснодар	03	36	50	03	57	12
Москва	03	05	53	03	59	26
Мурманск	02	44	18	03	42	12
Нижний Новгород	03	07	29	04	01	18
Омск	03	12	24	—	—	—
Самара	03	14	56	04	05	24
Санкт-Петербург	02	54	29	03	52	34
Севастополь	03	44	33	—	—	—
Уфа	03	13	05	04	04	53
Челябинск	03	12	46	04	04	29
Покрытие Луной звезды Регул 11 ноября						
Владивосток	—	—	—	15	42	07
Комсомольск-на-Амуре	—	—	—	15	47	27
Петропавловск-Камчатский	15	00	41	15	57	40
Хабаровск	—	—	—	15	46	02
Южно-Сахалинск	14	50	26	15	46	35
Якутск	15	31	10	15	40	59
Покрытие Луной звезды Альдебаран 3 декабря						
Владивосток	12	18	56	12	51	04
Иркутск	12	00	24	12	58	13
Комсомольск-на-Амуре	12	25	17	13	17	32
Красноярск	12	05	03	12	59	19
Мурманск	12	43	48	13	16	39
Новосибирск	12	04	18	12	55	19
Омск	12	06	34	12	54	10
Петропавловск-Камчатский	12	59	45	13	43	45
Челябинск	—	—	—	12	54	59
Чита	12	03	44	13	02	57
Южно-Сахалинск	12	38	06	13	10	15
Покрытие Луной звезды Регул 8–9 декабря						
Архангельск	21	39	55	22	41	17
Владивосток*	23	19	55	00	25	25
Иркутск	22	34	36	23	46	45
Калининград	21	25	54	22	17	55
Комсомольск-на-Амуре*	23	13	18	00	13	08
Красноярск	22	17	28	23	29	03
Москва	21	30	51	22	26	13
Мурманск	21	44	30	22	42	59
Нижний Новгород	21	34	04	22	31	32
Новосибирск	22	06	47	23	15	57
Омск	21	56	47	23	02	16
Петропавловск-Камчатский*	23	24	27	00	07	57

Таблица IV (окончание)

Город	Покрытие звезд Луной			Появление звезд из-за Луны		
	час	мин	сек	час	мин	сек
Самара	21	37	32	22	30	35
Санкт-Петербург	21	31	47	22	29	58
Уфа	21	41	28	22	39	36
Челябинск	21	45	43	22	46	33
Чита	22	46	06	23	56	47
Южно-Сахалинск*	23	23	02	00	21	24
Покрытие Луной звезды Альдебаран 31 декабря						
Архангельск	01	06	01	01	58	03
Калининград	01	17	10	02	09	40
Краснодар	01	36	11	—	—	—
Москва	01	18	02	02	10	00
Мурманск	00	59	15	01	51	33
Нижний Новгород	01	17	06	02	08	20
Самара	01	20	36	—	—	—
Санкт-Петербург	01	10	55	02	05	15
Севастополь	01	38	45	02	16	34
Уфа	01	17	26	—	—	—
Челябинск	01	15	36	—	—	—

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК ГЕМИНИДЫ

14 декабря 2017 г. ожидается максимум метеорного потока **Геминиды**, который можно наблюдать с 9 по 19 декабря; максимум наступит 14 декабря в 07 ч (UT). Радиант потока расположен в северной части созвездия Близнецов, около двух его самых ярких звезд, — Кастора и Поллукса. Средней радиант потока: $\alpha = 112^\circ$, $\delta = +33^\circ$, скорость метеоров — 35 км/с. Геминиды связаны с астероидом 3200 Фазтон (1983 TB), находящемся на необычно крайне вытянутой орбите (перигелий — 20,929 млн км, афелий — 359,391 млн км, наклонение — $22,186^\circ$, период обращения — 523,46 сут, эксцентриситет — 0,88994), пересекая орбиты Меркурия,

Венеры, Земли и Марса. Для наблюдателей в Северном полушарии радиант расположен над горизонтом практически всю ночь. Во время максимума потока стареющая Луна не мешает наблюдениям. Зенитное часовое число метеорного потока Квадрантиды — примерно 80 метеоров в час. Часто встречаются яркие метеоры и болиды. В 2016 г. максимальное зенитное часовое число достигло 102 метеоров.

Интересно, каким оно будет в 2017 г.?

В.И. ЩИВЬЁВ

г. Балашиха

Московская область

Подарок любителям астрономии

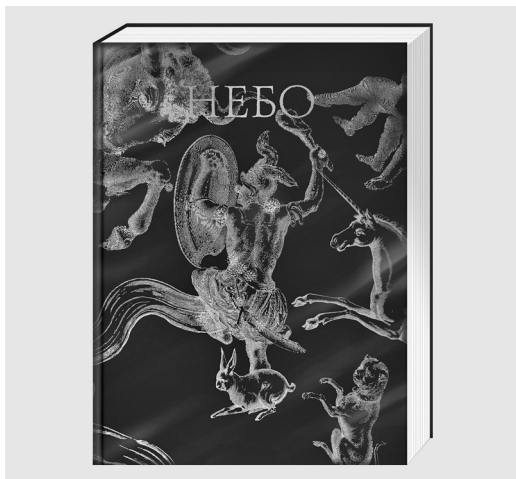
В 2016 г. тульское издательство “Шар” выпустило подарочное издание большого формата А.Ю. Саплина “Небо. Созвездия. Звезды. Зодиак”. Автор – любитель астрономии, окончил Тульский государственный педагогический институт им. Л.Н. Толстого, там же преподавал; окончил аспирантуру Института физики Земли РАН; сейчас занимается бизнесом и как приглашенный специалист читает лекции в Санкт-Петербурге. Все свободное время посвящает исследованиям в области астрономии.

“Небо. Созвездия. Звезды. Зодиак” – произведение книжного искусства, такое издание можно полюбить с первого взгляда. Книгу хочется взять на руки как младенца, бережно прижать к себе и долго не отпускать. Однако желание познакомиться с содержанием берет свое и мы переворачиваем первую страницу.

На развороте книги нежно поблескивают серебром очертания знакомых созвездий – Большая и Малая Медведицы, Жираф, Цефей и Кассиопея, Геркулес и Северная Корона – из старинного атласа звездного неба. Автор охватывает гигантский временной интервал – от каменного века до современности. Интереснейший фактический материал – итог 30-летнего труда автора книги. В ней собран уникальный иллюстративный материал по истории астрономии и культуры разных стран и народов. Перелистывая страницы увесистого фолианта, читатель отправляется в увлекательное путешествие через пространство и время, к истокам науки и культуры нашей цивилизации.

Необходимость обращать внимание на звездное небо возникло из практических потребностей человека – ориентирование в пространстве, счет времени, ведение натурального хозяйства. Очевидно, что сама картина звездного неба была не только источником практических знаний, но и вдохновения. Первые представления о мире нашли отражение уже в творчестве первобытного человека, о чем свидетельствует наскальная живопись. На страницах книги мы находим многочисленные иллюстрации старинных рукописей, карт и атласов – редчайшие образцы которых были тщательно отобраны и являют собой настоящие произведения искусства.

Внимательный читатель узнает, что первые космологические представ-



ления о Вселенной принадлежат шумерам. Созданная ими система взглядов оказалась настолько убедительной, что ее в дальнейшем восприняло большинство стран Ближнего Востока; она оказала влияние на Древний Египет, а – через него – и на Древнюю Грецию. Античные времена “внесли” свой бесценный вклад в культуру и развитие человеческой цивилизации. Греки были искусными мореплавателями и использовали знание звездного неба для навигации. Географические карты, размещенные между главами книги, исподволь напоминают о развитии мореплавания и о великих географических открытиях, которым суждено было случиться благодаря развитию астрономии.

Человек познавал небо и Землю как среду своего обитания. Развивались науки, появлялись первые простейшие приборы и инструменты, которые помогали людям в их повседневной жизни. Красочные иллюстрации позволят нам познакомиться с ними, узнать принцип их действия и сферы применения. Арабская астрономия обогатила науку именами звезд, которыми мы пользуемся до сих пор. Активное развитие астрономия получила в Европе с изобретением книгопечатания: появляются изумительной красоты книжные гравюры с изображением созвездий. В отдельной главе, посвященной золотому веку этих изданий, читатель найдет великолепные по качеству изображения звездных атласов, изданных с 1515 г. по 1849 г. в Нюрнберге, Берлине, Аугсбурге, Штутгарте, Амстердаме, Лондоне, Париже, Риме, Гданьске, Нью-Йорке и Санкт-Петербурге.

Первая звездная карта в России появилась при Петре I в 1701 г. В 1834 г. в России вышел в свет первый звездный атлас.

Общение с книгой “Небо” доставляет эстетическое наслаждение, она выполнена с большим вкусом и любовью. Интересное содержание и изысканное

художественное оформление делают ее необыкновенно притягательной как для собственного чтения, так и в качестве достойного подарка друзьям и близким к любому празднику.

В книге много сюрпризов, в ней зашифровано много неожиданных загадок. Вдумчивый читатель не без труда сможет их разгадать. Это издание можно представить еще и как увлекательное путешествие по Земле и Небу в поисках ответа на самые волнующие вопросы об устройстве мироздания и месте человека в безграничной Вселенной.

Книга “Небо” снабжена обширным справочным материалом, включающим словарь терминов; биографический справочник авторов и другую интересную и полезную для читателя информацию. Она может быть рекомендована широкому кругу читателей, увлекающихся историей астрономии. Бесценное и бесспорное достоинство книги – богатейший иллюстративный материал, взятый из очень редких старинных книг, а также фотографии экспонатов западных музеев. Каждая карта переложена калькой. В начале каждой главы художник использовал ее в качестве эстетического приема – связи “Земли” и “Неба”: левая половина карты печаталась на бумаге (как бы более прочной, “земной”), а правая – на кальке (более “воздушной”, “небесной”): кроме того, на ней выполнены экспликации, заставки и т.п. Дизайн книги разработан Александром Карташовым – главным художником музея-усадьбы Л.Н. Толстого “Ясная Поляна” и международного арт-фестиваля “Сад гениев”.

Ф.Б. РУБЛЕВА,

научный директор

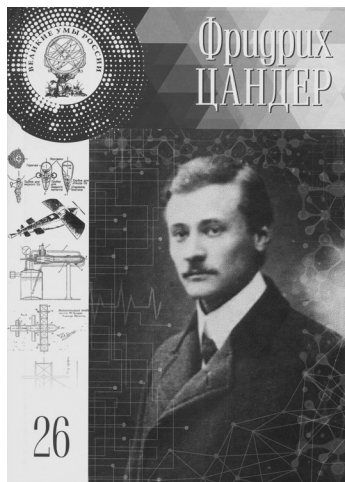
Московского Планетария,

Лауреат Премии Правительства РФ

в области образования

Книга о “марсианине”

В 2017 г. в издательстве “Комсомольская правда” выпущена книга старшего научного сотрудника МГУ им. М.В. Ломоносова Н.М. Лазутовой “Фридрих Артурович Цандер”. Биография вышла в серии “Великие умы России” (Земля и Вселенная, 2017, № 2, с. 110–111). В ней повествуется о жизни и деятельности одного из предшественников славной плеяды пионеров космонавтики — занимавшегося воздухоплаванием, организовавшем в нашей стране Общество изучения межпланетных сообщений и Группу изучения реактивного движения, об инженере-конструкторе первой советской жидкостной ракеты ГИРД-Х, горячем пропагандисте



межпланетных путешествий — Ф.А. Цандере (1887–1933; Земля и Вселенная, 1988, № 1; 2012, № 6).

Он мечтал о полете на Марс, своим энтузиазмом заражал других, работая до изнеможения. Многие замыслы Ф.А. Цандера словно продиктованы путешественником во времени; кажется, что они до сих пор еще не осуществились. В заветных тетрадях конструктора начертаны проекты межпланетных кораблей, солнечных парусов,

околопланетных космических станций... Тома трудов Ф.А. Цандера, зашифрованные скорописью, еще ждут прочтения, а реактивный двигатель успешно прошел огневые испытания; но первая советская ракета взлетела уже после смерти ее создателя.

В книге несколько глав: “На другие планеты!”, “О жизни в других мирах”, “Заветные тетради”, “Великое противостояние”, “Воздухоплаватели”, “Сделал некоторые вычисления...”, “В безвоздушном пространстве”, “Второе дыхание”, “Поиски единомышленников”, “Космический щит”, “Опытный ракетный первый”, “Вперед, на Марс!”, “Последняя ракета”, “Память”.

Книга подготовлена к 130-летию со дня рождения Ф.А. Цандера, она рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся биографиями выдающихся конструкторов ракетной техники и историей космонавтики.

Экология в космической деятельности

В 2016 г. в издательстве “ГЕОС” вышел сборник статей “Воздействие ракетно-космической техники на окружающую среду” под общей редакцией академика В.В. Адушкина, доктора физико-математических наук С.И. Козлова и члена-корреспондента РАН М.В. Сильникова. Книга уникальна не только широтой поднятых в ней проблем, но и количеством привлекаемого довольно “свежего” материала, а также детальностью и скрупулезностью решения проблем.

К работе над сборником были привлечены ведущие специалисты из организаций Российской академии наук, Министерства обороны, Росатома, Росгидромета, Роскосмоса. В 14-ти главах издания не упущено ни одно потенциально негативное свойство ракетно-космической техники – начиная от сборки, подготовки, удачного (или аварийного) старта, орбитального полета и возможного разрушения в ат-



мосфере или в космосе. От внимания коллектива авторов не ушел ни один из негативных факторов воздействия на окружающую среду – начиная от поверхности Земли, атмосферы и кончая ближним космосом. Большое внимание уделено космическому мусору, который может стать препятствием при полетах в ближний и дальний космос. Авторы подчеркнули, что окружающая среда очень “болезненно реагирует” на результаты техногенной деятельности человека и ракетно-космической техника весьма часто способствует нарушению природного равновесия.

В книге приведены характеристики существующей и перспективной

ракетно-космической техники (РКТ); определены главные факторы антропогенного воздействия РКТ на окружающую среду на всех этапах ее создания, эксплуатации и ликвидации (утилизации); обобщены результаты экспериментальных и теоретических исследований. Основное внимание уделено работам (выполненным после 2000 г.) обо всех типах воздействий РКТ на разные геосферы Земли: на поверхность и приземные слои атмосферы; на тропосферу, озоносферу, ионосферу и околоземное космическое пространство. Специально отмечается ряд вопросов и проблем, требующих дальнейшего изучения.

Презентация издания прошла 3–7 июля 2017 г. на 3-м Международном симпозиуме “Безопасность космических полетов” в НПО Техномаш, организованном Международной академией астронавтики.

Сборник предназначен для специалистов, связанных с разработкой и утилизацией РКТ, – ученых и инженеров, занимающихся проблемами экологии окружающей среды, аспирантов, студентов и преподавателей технических вузов, а также для тех, кто интересуется развитием ракетно-космической техники.

Дорогие читатели!
Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(II полугодие 2017 г.) во всех отделениях связи.
Подписаться можно и по интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте “Почта России”.
Подписной индекс – 70336.

Заведующая редакцией Л.В. Рябцева
Зав. отделом космонавтики и геофизики С.А. Герасютин

Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Оператор ПК Н.Н. Токарева

Корректоры Р.В. Молоканова, Т.И. Шеповалова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 14.06.2017. Подписано в печать 30.08.2017. Дата выхода в свет 28.09.2017

Формат $70 \times 100^{1/16}$ Цифровая печать
Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 2,1 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 227 Зак. 1367 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Президиум

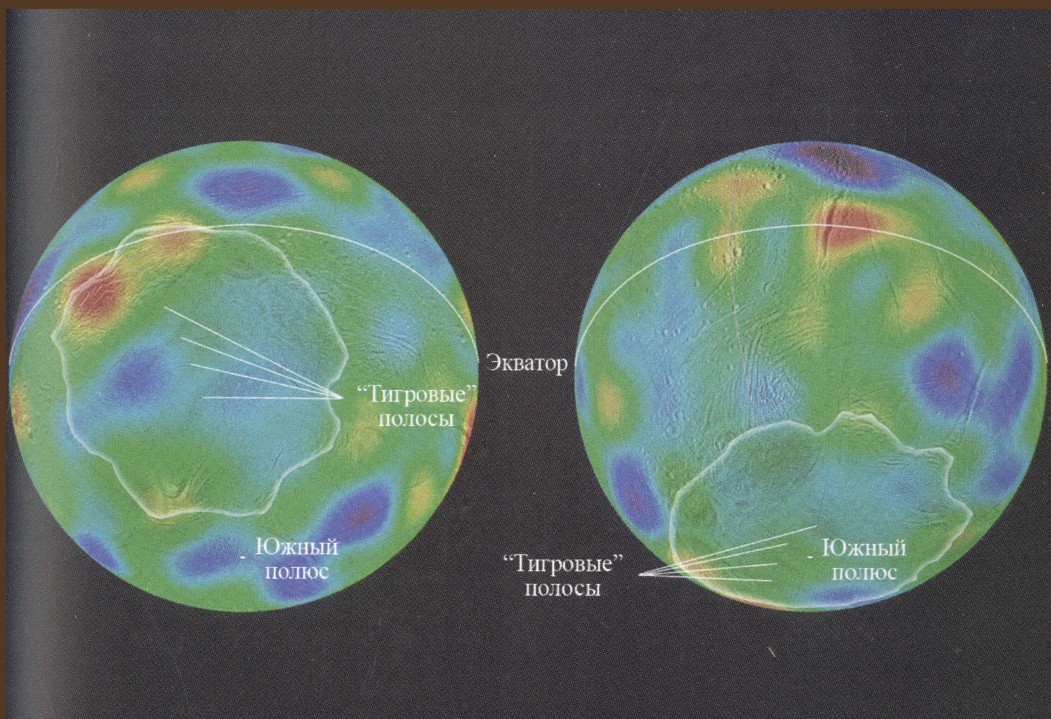
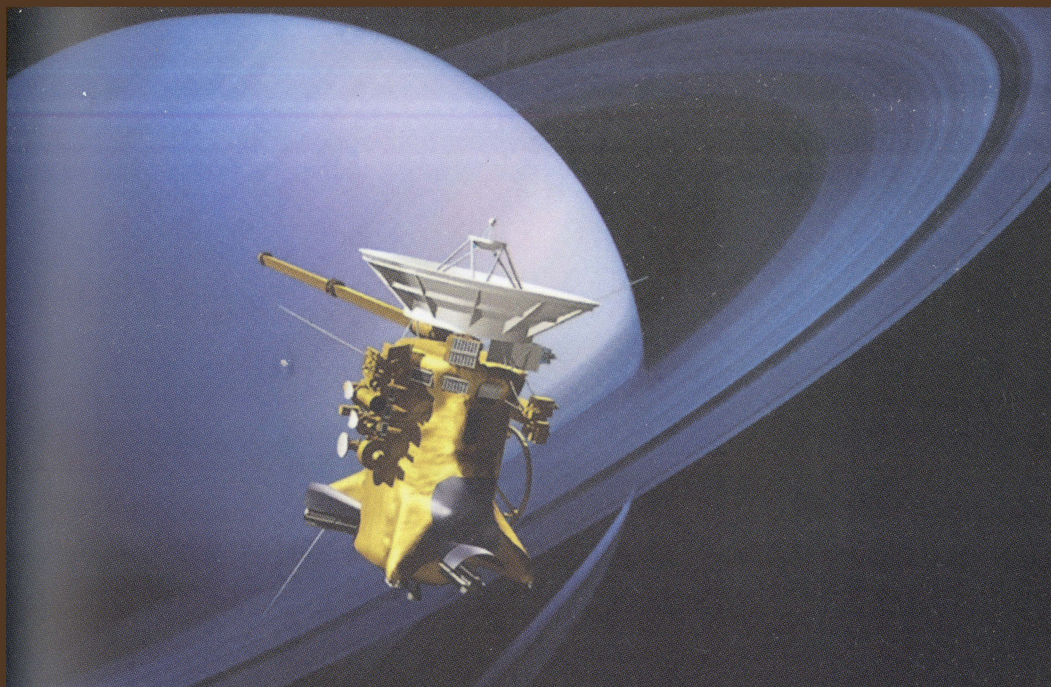
Издатель: ФГУП “Издательство “Наука”
117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

Телефон: 8(495) 276-77-28 доб. 42-31 или 42-32

E-mail: zevs@naukaran.com

Отпечатано в ФГУП “Издательство “Наука” (Типография “Наука”)
121099, Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336